



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

"Densidad y selección de hábitat del tecolote ojoscuro
del Balsas (*Otus seductus*) en la Reserva de la Biosfera
Sierra de Huautla, Morelos, México".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

Arturo Alba Zúñiga



IZTACALA

Director de Tesis: M. en C. Paula Lidia Enríquez Rocha

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO.

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Cuando un autor presenta nuevos datos a la ciencia, generalmente es él quien se lleva los aplausos y los reconocimientos. Sin embargo, el nombre que aparece en la portada solo es la punta del iceberg. Esta obra no es la excepción, pues ha sido el engendro de todo un equipo de trabajo que desde un principio me tomé la licencia de integrar sin la concesión y el conocimiento de la mayoría de sus elementos. En este espacio deseo reconocérselos, espero, con justicia.

A Paula Enríquez le debo mas que la dirección de esta Tesis, pues a mi parecer hizo mucho mas de lo que le correspondía como directora. Ten la seguridad de que este trabajo solo es el primero.

José Luis Rangél siempre tuvo carisma para enseñarme cosas nuevas. Reconozco que cuando aclaraba mis dudas, yo no hacía otra cosa mas que rascarme la cabeza y expresar con asombro, ingenuidad y sorpresa: ¡¿es así?!

Mis Sinodales, Paty Ramírez, Coro Arizmendi, Sergio Chazaro y Atahualpa de Sucre tienen un mérito realmente importante. Aquí no solo les agradezco sus comentarios o sugerencias para este trabajo, sino todo lo que me dieron en mi ya pasada época de estudiante.

Particularmente, a Atahualpa de Sucre le debo parte de mi presente. Fue el quien me invitó a entrarle a eso de los pájaros cuando yo no tenía ni la mas remota idea de lo que buscaba. No obstante, la invitación jamás fue deliberada. Mas bien se trató de una señal mas sutil. Aquel día, entre risitas inocentes supe que yo quería ser pajarólogo, cuando él dio media vuelta presuroso pensando que lo que cantaba era un ave de verdad. Desde entonces no solo ha sido mi tutor, compañero y colaborador, sino lo mas importante, ha sido un gran amigo.

Parte de este trabajo le corresponde a Edith López Villafranco y sus niñas, Isabel Mayén (eres un amor!) y Magi Santillán (gracias!) no solo por apoyarme en el Herbario en la identificación de mis árboles sino por sus magníficas formas de ser.

Maru González, Cony Pérez y Eloy Márquez (mi eterno compañero de borracheras), saben perfectamente que esos recorridos nocturnos en Huautla son para el Baúl de los Recuerdos. Reconozcámoslo, el romanticismo de fotografiar la luna reflejada en un charco de agua, pensar que ese sonido peculiar es de lluvia en una noche completamente despejada o llorar de hilaridad porque *Otus seductus* esta vez cantó diferente, de plano, fueron desvaríos.

Compartí también momentos muy agradables con Luis Opengo y su destreza como depredador, con el Secre y sus fobias, con el Toñote y su pasión por una buena excreta de tejón, con Oralía y su gusto poco ortodoxo por esas aves que comen carroña. Sinceramente, me la pasé en grande con ustedes.

Toda la gente de Huautla con la que tuve oportunidad de convivir también merece un crédito especial: Doña Mari, por esa comida tan rica, Don Nico, por sus grandes historias y por darnos chance de dormir bajo un buen techo, a Don Santos, porque algunas veces nos quitó la sed y a Don Serafín, por su valemadrismo. A todos mis amigos, compas, camaradas, vales, chompiras o todo lo que se le parezca con los que pasé veladas agradables con una cerveza bien fría en la mano: el Oqui, el Efra, el Bachero, Pancho Platas, el Pinino, el Dávid (con acento en la “a”). En general, a todos los Huautleños, por ser tan sensibles en el cuidado de la naturaleza, por ser tan hospitalarios y como dijera acertadamente Angel Morales, “por tener esa manera tan bonita para hablar”.

El M. en C. Jorge Romero, presidente municipal de Apaxco, Mex. dentro del periodo 2000-2003 me proporcionó financiamiento para mi trabajo en campo. Sin ese apoyo, yo no hubiera salido adelante y quizá estas líneas nunca habrían podido leerse. Gracias por todo.

De igual manera, Idea Wild proporcionó equipo de campo que fue imprescindible para el mejor desarrollo de este trabajo. Aquí expreso mi gratitud.

Finalmente, quiero darle el crédito de coautor a una persona cuyo apoyo es invaluable. Por puro formalismo, es imposible que su nombre aparezca en la portada. Se trata de Angel Morales Cinto. El es el único que sabe que derrivar a un veloz tábano en pleno vuelo y con tan solo una pequeña roca, no es una misión imposible; que una modesta arañita no será capaz de sobrevivir mucho tiempo cuando ha sido teñida con aerosol naranja; que brincar cercas alambradas fue una rutina que nos hizo expertos; que resbalar y caer a mas de 80 km/h es un record que alguien difícilmente estaría dispuesto a superar; él sabe que si alguien nos hubiera visto allá arriba nos habría llamado dementes y que mas de 35° C, un estomago y unas piernas rogando clemencia no fueron impedimentos para dejar de trabajar.

Cuando echo la vista atrás y repaso todas nuestras experiencias en el campo me doy cuenta que en verdad valió la pena. Es cierto Ángel, *Otus seductus* fue el causante de todo.

DEDICATORIAS

A Ustedes, por ser mis Padres y por ser mis hermanos. En todas las vidas deseo de todo corazón que ustedes sean mis Padres y mis hermanos.

...si se quiere convencer al lector de la belleza de un animal...basta con atenerse a los hechos, como en los mas rigurosos trabajos científicos, ya que las verdades de la Naturaleza orgánica son de una belleza que inspira amor y veneración, y se nos ofrecen tanto mas bellas cuanto mas penetramos en sus detalles y particularidades. Es una [equivocación] decir que la investigación positiva, la Ciencia, el conocimiento de las relaciones naturales, menguan al placer que procuran las maravillas de la Naturaleza. Al contrario, el hombre se siente conmovido por la realidad viva de la Naturaleza, y tanto mas profundamente cuanto mayores son sus conocimientos sobre ella. No existe ningún buen biólogo, cuyos trabajos fueran coronados por el éxito, que no haya sido llevado hacia su profesión por aquel placer interior que deriva de contemplar las bellezas de las criaturas vivas, y que al mismo tiempo no sienta aumentar su placer en la Naturaleza y en [su] trabajo...

KONRAD LORENZ
El anillo del rey Salomón (1952)

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
ANTECEDENTES.....	12
OBJETIVOS.....	14
ÁREA DE ESTUDIO.....	15
MÉTODOS.....	22
RESULTADOS.....	29
DISCUSIÓN.....	41
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES.....	52
LITERATURA CITADA.....	53
APÉNDICES.....	60

Índice de Figuras.

Fig. 1. Distribución del Bosque Tropical Seco en México.....	4
Fig. 2. Fisonomía del bosque tropical seco en temporada lluviosa y seca respectivamente, Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos.....	4
Fig. 3. Tecolote del Balsas (<i>Otus seductus</i>).....	8
Fig. 4. Mapa de distribución del tecolote del Balsas.....	9
Fig. 5. Localización geográfica de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (RBSH), Morelos, México.....	16
Fig. 6. Localización geográfica del área de estudio dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.....	17
Fig. 7. Localización geográfica y orientación de los tres transectos dentro del área de estudio en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	23
Fig. 8. Ocurrencia total mensual del tecolote del Balsas en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	31
Fig. 9. Ocurrencia media del tecolote del Balsas por transecto en la RBSH (octubre 2001- abril 2002).....	32

Fig. 10. Densidades mensuales del tecolote del Balsas en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	33
Fig. 11. Número de búhos registrados por cada hábitat en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).	36
Fig. 12. Número de registros del tecolote del Balsas con el llamado voluntario entre transectos en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	39
Fig. 13. Número de registros del tecolote del Balsas con el llamado voluntario entre los meses de estudio en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	39
Fig. 14. Número de registros del tecolote del Balsas con la provocación auditiva entre transectos en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	40
Fig. 15. Número de registros del tecolote del Balsas con la provocación auditiva entre los meses de estudio en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	40

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Número de registros totales del tecolote del Balsas por transecto en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	30
Cuadro 2. Ocurrencia media total del tecolote del Balsas por kilómetro recorrido en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	31
Cuadro 3. Comparación del uso o selección de hábitat del tecolote del Balsas con el hábitat disponible en el área de estudio dentro de la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	35
Cuadro 4. Variables de hábitat que fueron diferentes entre los hábitats estudiados en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	36
Cuadro 5. Variables de hábitat asociadas con la probabilidad de uso o selección del tecolote del Balsas en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	37
Cuadro 6. Número total de registros del tecolote del Balsas con ambos métodos en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).....	38

RESUMEN

Actualmente, el bosque tropical seco es uno de los hábitats mas amenazados a nivel mundial por las actividades humanas. Conservar este tipo de bosque es prioritario, tanto por su riqueza de especies como por el gran número de endemismos que contiene, sobre todo plantas y vertebrados. El tecolote del Balsas es una especie endémica cuya distribución se restringe a los bosques secos de la cuenca del río Balsas en la región centro-oeste de México. Esta especie está catalogada como “especie sujeta a protección especial” por la Norma de Protección Ambiental Mexicana y como “especie cerca de estar amenazada a nivel mundial” por la UICN. Las principales razones por las que el tecolote del Balsas ha sido incluida en alguna categoría de riesgo son: por ser una especie con distribución restringida, porque su hábitat se está reduciendo y porque el conocimiento biológico y ecológico que existe sobre la especie es muy limitado. Debido a que en los bosques tropicales secos existen altas tasas de deforestación y que las especies endémicas como el tecolote del Balsas son importantes en las estrategias de conservación, en el presente estudio se estimó la ocurrencia, densidad poblacional y la selección de hábitat del tecolote del Balsas en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, en el Estado de Morelos. También se evaluó la eficiencia de la provocación auditiva y el llamado voluntario para hacer estimaciones de abundancia de esta especie de búho. Este trabajo se desarrolló durante la temporada seca de octubre del 2001 a abril del 2002 y se basó en el método del conteo de vocalizaciones del tecolote del Balsas en estaciones preestablecidas a lo largo de transectos y en el análisis de vegetación por medio de parcelas circulares. Los resultados indicaron una disminución en la ocurrencia y densidad del tecolote del Balsas conforme avanzó la temporada seca. Los registros mas altos fueron en octubre (ocurrencia, $\bar{x}=14.75$ búhos/mes; densidad, $\bar{x}=12.24$ ind/km²) cuando se registraron las últimas lluvias de la temporada y los registros mas bajos fueron en abril (ocurrencia, $\bar{x}=3.33$ búhos/mes; densidad $\bar{x}=3.79$ ind/km²) durante el periodo de máxima sequía anual. No obstante, desconocemos que ocurre durante la temporada lluviosa. La provocación auditiva incrementó el número de registros del tecolote del Balsas, pero se sugiere que

para realizar censos poblacionales de esta especie se utilice la provocación auditiva y el llamado voluntario como herramientas básicas. Esta especie utilizó el bosque seco conservado, bosque seco perturbado, matorral espinoso y los agroecosistemas según su disponibilidad en el área de estudio y utilizó el bosque de *Gliricidia-Caesalpinia* en menor proporción a lo disponible, aún cuando este hábitat ocupó la menor proporción dentro del área de estudio. Aunque estos hábitats son aparentemente distintos, los patrones de selección del tecolote del Balsas hacia ciertas variables de vegetación en estos hábitats pueden sugerir, en parte, que los sitios con características de un bosque maduro son importantes para establecer territorios por parte de individuos de la especie. En este sentido, es importante establecer programas efectivos de investigación y divulgación que contribuyan a la conservación tanto de la especie como de su hábitat del que depende para vivir y reproducirse.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una alta proporción de ecosistemas amenazados en todo el mundo debido a la pérdida de hábitat y su conversión para actividades económicas como la agricultura, la ganadería y extracción de madera (Ochoa 2000). Tal pérdida de hábitat también es el principal problema que amenaza a las especies animales y vegetales (Thiollay 1994).

El Bosque Tropical Seco

La atención pública y científica se ha enfocado mas a la pérdida y conservación del bosque tropical lluvioso y se ha puesto poca atención en la conservación de otros ecosistemas como el bosque tropical seco (Mooney *et al.* 1995). Según Janzen (1988) la degradación del bosque tropical seco -bosque tropical caducifolio (Rzedowski 1978) o selva baja caducifolia (Miranda y Hernández-X 1963)- es similar o mayor a la que ocurre en el bosque lluvioso, ya que mundialmente los bosques secos ocupan un área mas grande que los bosques húmedos y han sido mayormente usados por los humanos. En consecuencia, solo una pequeña fracción de este tipo de bosque permanece intacto. El estatus actual del bosque tropical seco es crítico en Mesoamérica, en las regiones de Australia, sureste de Asia, África y la mayor parte de Sudamérica (Maass 1995).

En cuanto a su distribución geográfica en México, esta formación vegetal es particularmente característica en la vertiente del Pacífico desde Sonora hasta Chiapas. Estos bosques hacen una importante penetración hacia el Río Balsas y sus afluentes. En la vertiente del Atlántico, se encuentran manchones relativamente conservados en: 1) sur de Tamaulipas, sureste de San Luis Potosí, norte de Veracruz y noreste de Querétaro; 2) centro de Veracruz; 3) norte de la Península de Yucatán, que ocupa la mayor parte de ese Estado, y parte de Campeche (Figura 1, Rzedowski 1978).



Figura 1. Distribución del Bosque Tropical Seco en México. Mapa tomado de www.sagan-gea.org

Las características fisonómicas de este tipo de bosques residen en el corto tamaño de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10 m de alto, eventualmente hasta 15m), abundantes bejucos, arbustos y lianas. Casi todas las especies vegetales pierden sus hojas por periodos de cinco a siete meses, lo que provoca un contraste drástico en la fisonomía de la vegetación entre la época lluviosa y seca (Figura 2). La fisonomía correspondiente al letargo estacional, solamente se ve interrumpida, a veces, por el verdor de alguna cactácea u otro de los escasos elementos siempre verdes (Rzedowski 1978).



Figura. 2. Fisonomía del bosque tropical seco en temporada lluviosa y seca respectivamente, Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. Fotografías de Arturo Alba.

Durante la temporada de lluvias, estos bosques pueden parecer muy uniformes debido al color verde de toda la vegetación. Pero en la temporada seca, esta homogeneidad cambia hacia un complejo mosaico de diferentes tipos de hábitats que se distinguen por la diferencia de tasas de desecación de los suelos, diferentes estados de sucesión y distintas características en los tipos de vegetación. Durante la sequía, la mayoría de las plantas cesan sus actividades vegetativas, pero muchos árboles y plantas leñosas florecen, maduran sus frutos y dispersan sus semillas. La mayoría de los animales migran hacia refugios más húmedos durante la temporada seca, pero los que se alimentan de flores, frutos y semillas, la temporada seca es la época de abundancia (Janzen 1988).

Endemismos en el Bosque Tropical Seco

Además de que en el bosque tropical seco existe una alta diversidad de especies, la importancia de estos bosques radica en el alto número de especies endémicas, aquellas que se distribuyen en un solo hábitat o que geográficamente se restringen a una pequeña área dentro de uno o dos países, porque evolutivamente requieren de características particulares que los ayudan a vivir en sitios específicos (Bildstein *et al.* 1998, Hunter 2002). Esto indica que los bosques secos pueden ser lugares de especiación activa o de refugio de especies muy antiguas.

Con respecto a la flora, México mantiene un considerable número de especies endémicas de las cuales, cerca del 60% ocurren exclusivamente en el país; la cuenca del río Balsas es considerada como uno de los más importantes centros de endemismos de flora en México. Las especies de plantas encontradas en el bosque seco de México, son principalmente de afinidad neotropical. Predominan las familias *Leguminosae*, *Euphorbiaceae*, *Burseraceae*, *Cactaceae*, *Malphigiaceae* y *Anacardiaceae* (Trejo y Dirzo 2000). Por otro lado, de todos los bosques secos del neotrópico, el del oeste de México junto con el del Chaco en Paraguay y Argentina, mantiene el más alto número de vertebrados endémicos terrestres, incluyendo mamíferos y aves (Ceballos 1995, Ceballos y Márquez 2000). Tan solo en las tierras bajas de Jalisco se han reportado 70 especies de

mamíferos de los cuales 26 son endémicos de México y 270 especies de aves, siendo 25 endémicas del país (Lobato 2000).

A pesar de esta riqueza de especies endémicas, en México se ha puesto poca atención a la conservación del bosque tropical seco y existen altas tasas de deforestación. En la actualidad, solo el 27% del bosque tropical seco del país permanece como bosque intacto y el resto presenta diferentes grados de alteración. Masera *et al.* (1992, 1996) estimaron que la tasa de deforestación del bosque tropical seco en México es de 1.9% anual (306 000 ha/año), casi equivalente a la tasa de deforestación del bosque tropical lluvioso (2% anual). En el Estado de Morelos la tasa de deforestación anual en este tipo de bosque alcanzó el 1.4% en las últimas tres décadas (Trejo y Dirzo 2000). De continuar con esta tasa de deforestación, el bosque tropical seco del Estado de Morelos habrá sido transformado casi por completo en los próximos 100 años (Trejo y Dirzo 2000).

Debido a que los bosques tropicales secos son comunidades muy ricas en especies y endemismos, la pérdida de hábitat contribuye significativamente a la pérdida continua de la biodiversidad del planeta (Lobato 2000).

En este sentido, algunas especies son mas vulnerables a la pérdida de hábitat que otras. Con respecto a las aves, las rapaces (aquellas que tienen garras y picos fuertes, adaptados a la actividad de cazar para alimentarse) se encuentran entre los grupos mas amenazados (Thiollay 1994). El grupo de las aves rapaces o aves de presa está integrado por el Orden Falconiformes, donde se incluyen águilas, halcones, cernícalos, milanos y gavilanes, y el Orden Strigiformes, donde se agrupan las lechuzas y los búhos.

Los Búhos (Orden Strigiformes, Familia Strigidae).

Con relación a los búhos, estos son indicadores de la calidad del ambiente porque algunas especies son particularmente sensibles a la pérdida del hábitat. (Watson 1998). Debido a sus hábitos depredadores, algunas especies de búhos requieren de extensiones territoriales relativamente grandes para mantener poblaciones saludables (Enríquez 1995). Por esta razón, necesitan de un área con

hábitat natural suficiente para mantener la viabilidad de sus poblaciones (Virani y Watson 1998).

Por otro lado, los búhos son importantes ecológicamente ya que como depredadores son elementos importantes en la estructura y función de los ecosistemas; ellos pueden mantener la diversidad biológica al mantener bajas las densidades de sus presas (Enríquez 1995). De igual manera, tienen importancia económica debido a que actúan como reguladores de plagas de insectos y roedores principalmente (Enríquez 1990). Por estas razones, los búhos pueden ser usados como “especies sombrilla” en estrategias de conservación.

De las 212 especies de búhos descritas en el mundo, en México se distribuyen 32 especies y 5 de ellas son geográficamente endémicas al país: el tecolotito tamaulipeco (*Glaucidium sanchezi*), el tecolotito colimense (*G. palmarum*), el tecolotito del Cabo (*G. hoskinsii*), el tecolote oaxaqueño (*Otus lambii*) y el tecolote del Balsas (*O. seductus*) (König *et al.* 1999, Del Hoyo *et al.* 1999, Enríquez *et al.* 2003). El tecolote barbado (*O. barbarus*) es subendémica con distribución al sur de México (Chiapas) y oeste de Guatemala.

El Tecolote del Balsas (*Otus seductus*)

El tecolote del Balsas es un búho endémico de México cuya distribución se restringe al bosque tropical seco de la cuenca del río Balsas. Esta especie es poco conocida y la información sobre su biología, ecología e historia natural es muy escasa.

Taxonomía

Esta especie fue originalmente descrita por Robert T. Moore en 1941 como *Otus vinaceus seductus* en el estado de Michoacán. Con frecuencia se considera que el tecolote del Balsas forma una superespecie junto con el tecolote occidental (*Otus kennicottii*), el tecolote de Cooper (*O. cooperi*) y el tecolote oriental (*O. asio*). A veces, solo es considerado como una raza del tecolote occidental, pero el tecolote del Balsas es más grande (y en consecuencia, es más pesado). Adicionalmente, aunque no existen estudios genéticos detallados, el tecolote del Balsas se considera una especie independiente debido a que sus patrones de vocalización son diferentes a los patrones de las especies mencionadas (König *et*

al. 1999). Las poblaciones del tecolote del Balsas que se distribuyen en Colima algunas veces son separadas como raza *colimensis* (Del Hoyo *et al.* 1999).

Notas descriptivas

De un total de nueve especies del género *Otus* que se distribuyen en México, el tecolote del Balsas es el más grande, mide entre 24 y 27cm de longitud total y pesa aproximadamente 160 gr. Este búho tiene los ojos oscuros (Figura 3), al igual que el tecolote flamulado (*Otus flammeolus*), que es un búho mas pequeño de amplia distribución en Norteamérica. Sin embargo, todas las especies mexicanas del género *Otus* presentan los ojos amarillos.



Figura 3. Tecolote del Balsas (*Otus seductus*). Fotografía de Rick & Nora Bowers. En www.owlpages.com

En general, la cara o el disco facial del tecolote del Balsas es café grisáceo. Los mechones de plumas (comúnmente llamados “orejas o cuernos”) no son muy prominentes en comparación con otros búhos, como el tecolote oriental (*O. asio*). El pico es de coloración verdosa. En el dorso predomina el color café, con rayas y vermiculaciones verticales casi negras, que le dan un patrón de coloración con diferentes matices negros, cafés y blancos. El vientre es color claro con líneas verticales intermitentes color café. Las plumas escapulares son de color blanquecino y forman una banda a lo largo del hombro. Desde los tarsos hasta la

base de los dedos está completamente cubierto de cerdas plumosas (Howell y Webb 1995, König *et al.* 1999, Del Hoyo *et al.* 1999).

Distribución

La distribución del tecolote del Balsas se restringe a la cuenca del río Balsas en la región centro-oeste de México. Se distribuye desde el sur de Jalisco y Colima, Michoacán, Guerrero y sur de Morelos (Howell y Webb 1995, König *et al.* 1999, Del Hoyo *et al.* 1999). Probablemente su distribución se extiende a las regiones altas del Balsas en el suroeste de Puebla (obs. pers.) y sur del Estado de México (de Sucre, com. pers.) (Figura 4).

El rango de distribución de esta especie no se sobrepone con el de ninguna otra especie del género *Otus* en México, por lo que difícilmente puede ser confundido (Lockshaw 2001).



Figura 4. Mapa de distribución del tecolote del Balsas. Tomado de www.owling.com

Vocalizaciones

La vocalización típica del tecolote del Balsas es análoga al ritmo de una pelota cuando está rebotando. Una serie de notas roncacas que van acelerando gradualmente hasta terminar en un gorjeo: *hoo-hoo-hoo-hoo-hoo-hoo-hoo-hoo-hoo-hoo*, etc (Howell y Webb 1995). Esta serie de notas se repiten en un lapso de tiempo que varía entre 7 y 11 segundos (obs. pers.). La hembra presenta una vocalización similar pero más aguda. Ambos sexos presentan otra localización

que consiste en una serie sonidos roncros, semejantes a un “relincho” (König *et al.* 1999).

Alimentación

Los aspectos sobre hábitos alimenticios son poco conocidos en el tecolote del Balsas. Según König *et al.* (1999) y Del Hoyo *et al.* (1999), como parte de la dieta del tecolote del Balsas se han registrado insectos y otros artrópodos, así como también pequeños mamíferos. Particularmente, De Sucre *et al.* (en preparación) registró escorpiones en la dieta de esta especie en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.

Reproducción

Probablemente la puesta de los huevos y la anidación es a partir del mes de Junio, aunque los huevos y el nido no han sido descritos. Es probable que para la anidación y crianza de pollos, el tecolote del Balsas utilice agujeros en árboles y cactáceas columnares hechos por otras aves (como pájaros carpinteros) El juvenil del tecolote del Balsas tampoco ha sido descrito (König *et al.* 1999, Del Hoyo *et al.* 1999).

Hábitat

En la cuenca del Balsas, el bosque tropical seco es el tipo de vegetación más común. Este tipo de ecosistema es el hábitat del tecolote del Balsas, en el que se incluyen bosques secos con abundantes cactáceas columnares, etapas sucesionales de la vegetación, bosques espinosos, zonas semiabiertas y áreas perturbadas. Este búho se distribuye en altitudes que oscilan entre los 600 hasta los 1700 m.s.n.m.

Status de conservación

El tecolote del Balsas está catalogado como especie amenazada dentro de la Norma de Protección Ambiental Mexicana (NOM-059-ECOL 2001) por su distribución restringida. Globalmente, esta especie está considerada como “especie cerca de ser amenazada” dentro de la Lista Roja de especies amenazadas, debido a que su hábitat se está reduciendo (IUCN 2002).

Abundancia y Densidad Poblacional

Para conservar y manejar especies silvestres, es necesario conocer el tamaño poblacional de estas (Enríquez y Rangel 2001). El tamaño de una población puede ser determinado con estimaciones de abundancia y densidad. La abundancia solo expresa una proporción del número total de individuos de una especie en un tiempo y espacio determinado. Las estimaciones de abundancia pueden ayudarnos a comparar el número de individuos respecto a diferentes lugares y tiempos (Brower *et al.* 1990). Por otro lado, la densidad es el número de individuos expresado por unidad de área o volumen. Aunque los parámetros de abundancia y densidad proporcionan una estimación del tamaño de una población, no pueden ser utilizados como único soporte demográfico para fines de conservación (Van Horne 1983).

Los principales factores que influyen en los cambios de abundancia y densidad en las especies son la natalidad, mortalidad, emigración e inmigración. Estos cuatro mecanismos son los principales controladores poblacionales en especies animales silvestres (Krebs 1994).

Con respecto a las aves rapaces, las estimaciones de abundancia y densidad son útiles para estudiar la dinámica de poblaciones, monitorear el estatus de estas poblaciones y evaluar las respuestas de las rapaces a los cambios (naturales o inducidos por el humano) en el ambiente (Fuller y Mosher 1987). Conocer la abundancia y la densidad es crucial para monitorear la vulnerabilidad de una especie (Bierregaard 1998), pero hasta ahora se ha generado poca información sobre la distribución y abundancia de las aves rapaces tropicales (Bildstein *et al.* 1998).

Selección de Hábitat

La densidad está relacionada con el hábitat que las especies seleccionan para vivir, ya que con frecuencia la densidad de una población es utilizada como

indicadora de la calidad del hábitat. La selección de hábitat es la asociación entre un individuo y su entorno, e involucra un proceso en el cual el organismo elige uno o varios componentes de ese hábitat que le ayudan a sobrevivir (Johnson 1980, Capen 1981, Rich 1986). En las aves, estos componentes son esenciales para desarrollar necesidades específicas como por ejemplo, forrajeo, anidación y descanso (Block y Brennan 1993). Con respecto a las aves rapaces, muchos aspectos influyen en la selección del hábitat como la conducta alimenticia, la presencia de presas y sitios para anidar, competidores, así como factores relacionados con el ambiente (Janes 1985). Esta selección también está influenciada por la disponibilidad del hábitat para el organismo ya que la vegetación y factores relacionados con el hábitat (clima, topografía, latitud, altitud, entre otros), son condiciones importantes que influyen en la distribución y abundancia de las especies (Archibald 1994, Enríquez 1995). Conocer estas asociaciones entre especies y variables de hábitat ayudan a predecir las respuestas de los organismos a las alteraciones de hábitat y permite identificar especies que, debido a sus requerimientos específicos de hábitat pueden reducir la densidad de sus poblaciones si el hábitat es alterado (Capen 1981).

ANTECEDENTES

La mayoría de las especies de búhos del mundo están distribuidas en regiones tropicales (Marcot 1995). Sin embargo el conocimiento sobre estas especies es limitado debido a que en los trópicos los estudios son mucho más difíciles de realizar en comparación con las regiones templadas (König *et al.* 1999, Enríquez *et al.* 2003). Esto se debe principalmente a la densa cobertura de la vegetación (particularmente en la estación lluviosa), la alta precipitación, humedad, y sobre todo, la dificultad de acceso a los sitios de estudio (Naranjo 2000). Para la mayoría de las especies de búhos Neotropicales solo existe información taxonómica y de distribución aún cuando se sabe que se encuentran entre los grupos de aves tropicales mas amenazados, ya que son particularmente

sensibles a la pérdida del hábitat (Watson 1998, Bildstein *et al.* 1998, Enríquez *et al.* 2003).

Los estudios publicados para México sobre aves de presa diurnas son limitados. Sin embargo, para las rapaces nocturnas los trabajos realizados son aún más escasos, ya que este grupo ha sido poco estudiado en México (Enríquez 1990). Por ejemplo, Marina (1992) estudió los efectos de la fragmentación del bosque tropical en una comunidad de Strigiformes, en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, en Chiapas. En este trabajo, el autor reportó la abundancia de seis especies de búhos: el tecolotito menor (*Glaucidium minutissimum*), el tecolote guatemalteco (*Otus guatemalae*), el búho moteado (*Ciccaba virgata*), el búho blanquinegro (*C. nigrolineata*), el búho de anteojos (*Pulsatrix perspicillata*) y la lechuza de campanario (*Tyto alba*). En otro estudio, Enríquez y Rangel (1996), reportaron las características de los sitios de anidación del búho cornudo (*Bubo virginianus mayensis*) en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. En el norte de México, Peláez (1998) estudió los patrones de distribución y dieta del tecolote occidental (*Otus kennicottii*) en Baja California, para conocer si esta especie se beneficia o se perjudica por las actividades humanas. Por otro lado, un estudio intensivo fue realizado por Garza *et al.* (1997) para conocer la situación actual de los Strigiformes de la Reserva de la Biosfera La Michilia en Durango. En este estudio, se estimó el tamaño poblacional de las especies de Strigiformes que se distribuyen dentro de la Reserva con especial énfasis en el búho manchado mexicano (*Strix occidentalis lucida*).

Otros autores se han enfocado a estudiar densidad y distribución, así como características, selección, composición y uso de hábitat en algunas especies de Strigiformes con afinidad Neártica como el búho barrado (*Strix varia*), el búho manchado (*S. occidentalis*) y el tecolote oriental (*Otus asio*) (e.g. Bosakowski *et al.* 1987, Ganey y Balda 1989, Franklin *et al.* 1990, Sparks *et al.* 1994, Zwank *et al.* 1994, Moen y Gutiérrez 1997, Peery *et al.* 1999).

Particularmente, el tecolote del Balsas es una especie endémica poco conocida. La escasa información existente proviene de las guías de identificación

de aves que solo proporcionan descripciones morfológicas y de distribución de la especie (e.g. Peterson y Chalif 1994, Howell y Webb 1995, König *et al.* 1999, Del Hoyo *et al.* 1999). Otros aspectos como alimentación, reproducción, estatus de conservación y demografía prácticamente son desconocidos.

Debido a que el bosque seco presenta altas tasas de deforestación y que las especies endémicas como el tecolote del Balsas son importantes en las estrategias de conservación, los objetivos del presente estudio fueron:

OBJETIVOS

1.-Estimar la ocurrencia y densidad poblacional del tecolote ojioscuro del Balsas (*Otus seductus*) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos.

2.-Evaluar el uso o selección del hábitat del tecolote ojioscuro del Balsas (*Otus seductus*) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, de acuerdo a su disponibilidad.

3.-Identificar aquellas variables de hábitat que están relacionadas con la presencia o abundancia del tecolote ojioscuro del Balsas (*Otus seductus*) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.

4.-Evaluar la eficiencia del llamado voluntario y de la provocación auditiva para estimar ocurrencia y densidad poblacional del tecolote del Balsas

AREA DE ESTUDIO

El trabajo de campo se realizó dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (RBSH). Esta Reserva está ubicada al sureste del estado de Morelos, México, entre los paralelos 18° 20' y 18° 39' de latitud Norte y los meridianos 98° 51' y 98° 53' de longitud Oeste, comprende los municipios de Tlaquiltenango y Tepalcingo (Figura 5). La Reserva limita al Norte con la carretera Chinameca-Tepalcingo, al Sur con el Río Amacuzac y el estado de Guerrero, al este con el estado de Puebla, y al oeste con el Río Cuautla. Ocupa una extensión aproximada de 59,000 ha. en su mayoría de bosque tropical seco bien conservado. La RBSH es la más grande del país con este tipo de vegetación (Maldonado 1997, Pérez 1999).

La RBSH se encuentra dentro de la región Neotropical, la cual abarca las tierras bajas tropicales hasta Sudamérica. México se divide en 17 provincias bióticas donde la RBSH se encuentra en la Provincia que comprende a la cuenca del Balsas (Maldonado 1997).

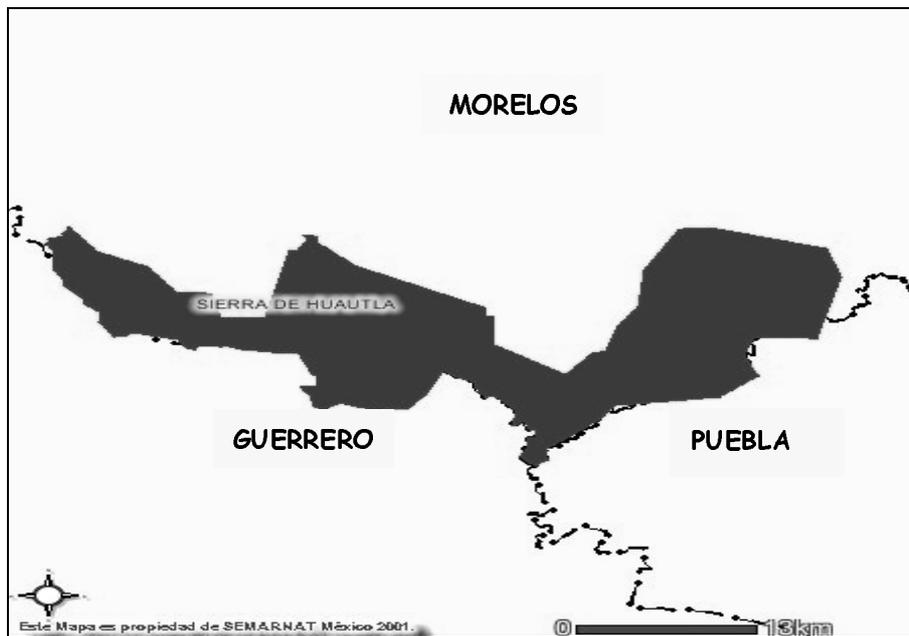
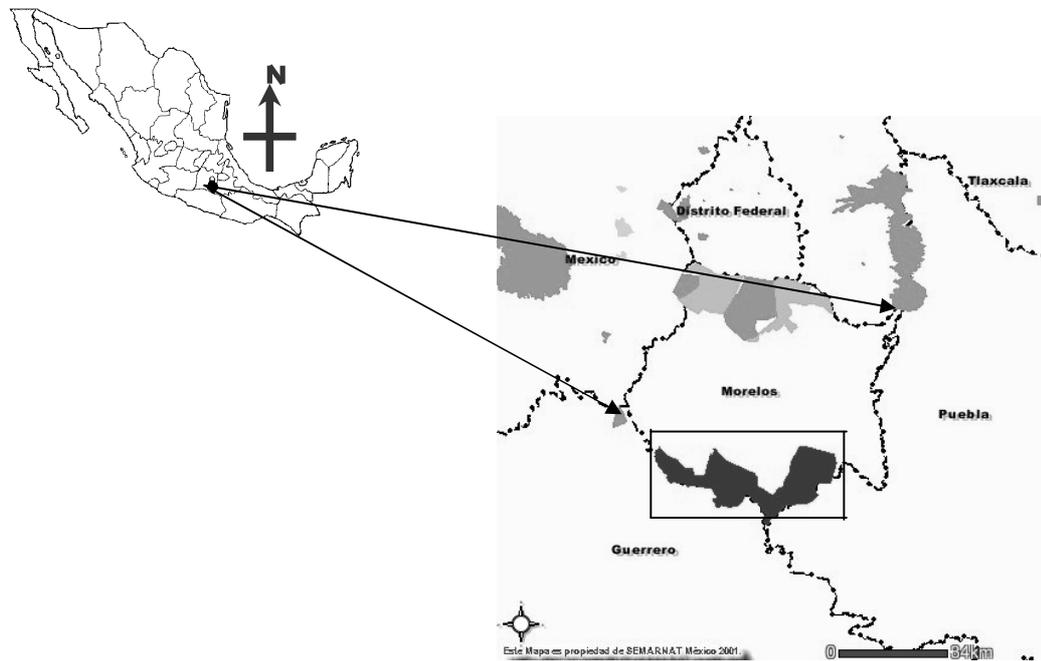


Figura 5. Localización geográfica de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México. Mapas tomados de www.semarnat.gob.mx

De manera particular, el área de estudio se localiza en la porción sureste de la RBSH entre los paralelos $18^{\circ} 27.67'$ de latitud norte y $99^{\circ} 02.47'$ de longitud oeste, en los alrededores del Ejido Forestal Sierra de Huautla, que abarca las localidades de Huautla, Rancho Viejo, Santiopan, Xochipala y Ajuchitlán (Figura 6).

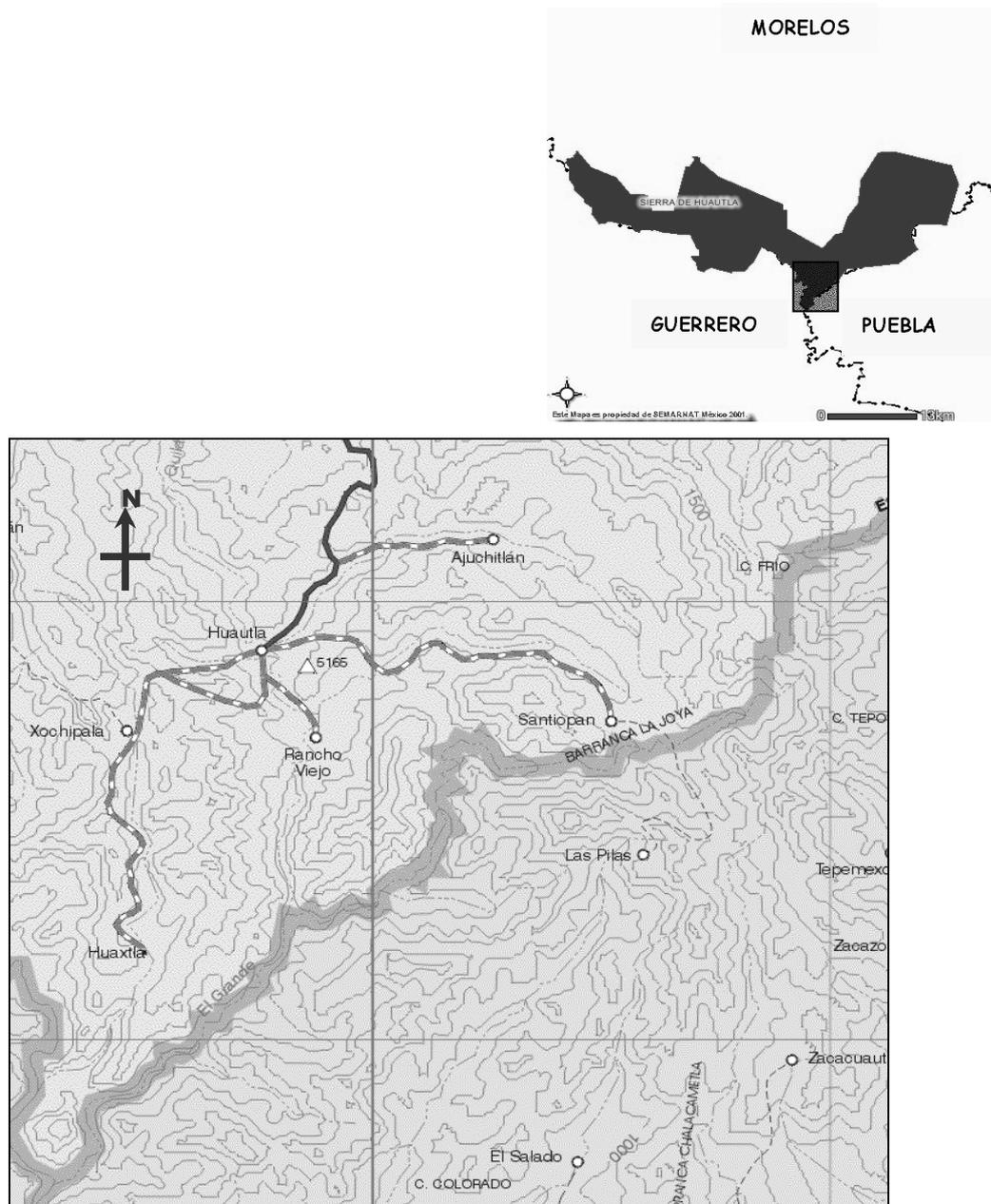


Figura 6. Localización geográfica del área de estudio dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.

Fisiografía

La RBSH se localiza en la provincia del Eje Neovolcánico, subprovincia del sur de Puebla, a una altitud que oscila entre los 800 hasta los 1650 m.s.n.m. Esta subprovincia penetra al estado de Morelos en su porción centro sur y esta representada por una sierra volcánica de laderas escarpadas. Ocupa el 12.21% de la superficie total estatal (Maldonado 1997).

Geología

Específicamente la RBSH se encuentra en la plataforma Morelos-Guerrero, que abarca la mayor parte del estado de Morelos y pequeñas porciones del estado de Guerrero (Maldonado 1997)

Hidrología

La RBSH ocupa parte de dos cuencas hidrológicas: la Oriente en el Río Atoyac y la Sur en el Río Amacuzac. Esta Reserva tiene como corriente principal el Río Amacuzac y como afluentes el Río Cuautla que delimitan en forma natural a dicha Reserva (Maldonado 1997).

La RBSH no presenta en su interior caudales de importancia, salvo escurrimientos temporales que en algunos casos llevan gran caudal como son las barrancas de: Teolinca, El Limón, Ajuchitlán y la de Quilamula entre otras. Estos escurrimientos han servido de base para el establecimiento de presas hidrológicas en la región (Maldonado 1997).

Las presas de mayor importancia en esta zona son: Ajuchitlán, Lorenzo Vázquez, Mariano Matamoros, Quilamula, El Limón y Valle de Vázquez, mismas que en la actualidad se utilizan para riego, abrevaderos, y para el cultivo de mojarra y carpa. Estas presas fueron construidas entre los años de 1985-1986 (Maldonado 1997).

Clima

Para la parte sur del estado de Morelos, en general se presenta un clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos (A'wo"(w)(i')g), con una temperatura media anual de 24.3°C y una precipitación anual de 885mm. La temperatura más alta se presenta en el mes de mayo y ésta oscila entre 26° C y 27° C (Maldonado 1997, Pérez 1999, Argote-Cortés *et al.* 2000).

Factores bióticos

Vegetación

El tipo de vegetación que caracteriza a la RBSH es el bosque tropical seco (selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio) en un 90%. El 10% de la vegetación restante corresponde a matorral xerófilo, vegetación acuática y agroecosistemas de temporal (Maldonado 1997, Argote-Cortés *et al.* 2000).

En la Cuenca del Balsas predominan las especies de los géneros *Bursera* (Burseraceae), *Ceiba* (Bombacaceae), *Cyrtocarpa* (Anacardiaceae), *Lonchocarpus* (Fabaceae) e *Ipomea* (Convolvulaceae). Las cactáceas columnares también suelen ser muy abundantes, presentándose en la mayoría de las ocasiones representantes de los géneros *Lemaireocereus*, *Neobuxbaumia*, *Pachycereus*, *Stenocereus*, *Myrtillocactus* y *Cephalocereus* (Pérez 1999).

En las zonas alteradas de la RBSH se han establecido asociaciones secundarias formadas principalmente por arbustos espinosos pertenecientes a la familia Fabaceae, como son: *Acacia farnesiana*, *A. pennatula*, *A. cochliacantha*, *A. bilimekkii*, *Pithecellobium acatlense*, *Mimosa polyantha*, *M. benthamii* y *Eysenhardtia polystachya* (Pérez 1999).

Fauna

En la RBSH, la diversidad y la densidad faunística está fuertemente asociada a diferentes factores ambientales como el clima y la vegetación. Esta diversidad faunística se ha ido modificando a través de la alteración cada vez mas profunda de la vegetación, la captura desmedida de especies, así como la introducción de especies domesticadas. Entre las especies silvestres de mayor importancia reportadas para la RBSH están las siguientes:

Anfibios, como ranas (*Rana spectabilis*) y sapos (*Buffo marinus*).

Reptiles, como serpientes de cascabel (*Crotalus durissus culminatus*), jaquimillas (*Agkistrodon bilineatus bilineatus*) falso coralillo (*Lampropeltis triangulum*), boas (*Boa constrictor*), iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) y monstruo de Gila (*Heloderma suspectum*).

Mamíferos como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el puma (*Puma concolor*) el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), conejos (*Sylvilagus*

floridanus), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coyotes (*Canis latrans*), cacomixtles (*Bassariscus astutus*), zorrillos de los géneros *Conepatus*, *Mephitis*, y *Spilogale*, así como murciélagos de los géneros *Artibeus*, *Leptonicteryx*, *Pteronotus*, *Mormoops*, y el vampiro (*Desmodus rotundus*) (Pérez 1999).

Existe en la región una rica entomofauna compuesta principalmente por especies de origen neotropical.

Ornitofauna

Para la Reserva se han reportado 139 especies de aves de las cuales 34 son endémicas mesoamericanas y nueve están incluidas en alguna categoría de riesgo en México: *Tachybaptus dominicus*, *Tigrisoma mexicanum*, *Accipiter striatus*, *Buteogallus anthracinus*, *Buteo albicaudatus*, *Otus seductus*, *Panyptila sanctihieronymi*, *Xenotriccus mexicanus* y *Oporornis tolmiei* (NOM-059-ECOL 2001). De acuerdo a los criterios utilizados en la designación de las AICAS (Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves), la Sierra de Huautla se incluye en la categoría G-2 (el sitio mantiene poblaciones significativas de un grupo de especies de distribución restringida menor a 50 000 km²) por las siguientes especies: *Melospiza kieneri*, *Thryothorus felix*, *Ortalis poliocephala*, *Melanerpes chrysogenys*, *M. hypopolius*, *Cyananthus sordidus*, *Aimophila humeralis*, *Amaurospiza relictus* y *Xenotriccus mexicanus* (Argote-Cortés *et al.* 2000).

Amenazas: Las principales amenazas dentro de la Reserva son la ganadería, la deforestación, agricultura, desarrollo urbano, explotación inadecuada de recursos, la minería y la introducción de especies exóticas (Argote-Cortés *et al.* 2000).

Uso de la tierra: Actualmente en la mayor parte de la región se practica la agricultura de temporal y en algunos sitios la agricultura es de riego con mecanización, esto debido a que el suelo restringe severamente las actividades agrícolas. En los cerros de la Sierra de Huautla con laderas escarpadas se realiza agricultura de temporal en forma manual, debido a las pendientes pronunciadas y a sus suelos pedregosos y con poca profundidad (Ramírez 2000). También se realiza pastoreo de ganado vacuno, bovino y caprino que, generalmente es liberado durante la temporada lluviosa hacia los potreros que incluyen amplias

zonas boscosas (obs. pers.). La vegetación natural permite el uso forestal a nivel doméstico (Ramírez 2000).

Tenencia de la tierra: Ejidal y Federal (Argote-Cortés *et al.* 2000).

Acciones de conservación: La RBSH presenta poca perturbación, con cinco zonas núcleo que cubren una superficie de 8,329 ha, que equivale al 14% del área total de la reserva: estas zonas son: Cañada Ajuchitlán (868.75 ha), Cerro Prieto (610.23 ha), El Limón (413.74 ha), Prieta Desbarrancada (3,600.85 ha) y Río Amacuzac (2,835.45 ha, Argote-Cortés *et al.* 2000)

MÉTODOS

TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se realizó en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, durante la temporada de secas de octubre de 2001 a abril de 2002. La metodología que se utilizó para estimar la ocurrencia y la densidad del tecolote del Balsas fue el conteo de vocalizaciones en estaciones preestablecidas a lo largo de transectos (Fuller y Mosher 1981, 1987, Hardy y Morrison 2000). Los criterios para la selección de los transectos, su longitud y la distancia entre estaciones de registro se establecieron con visitas prospectivas al área de estudio.

Para el establecimiento de los transectos, se seleccionaron senderos de fácil acceso. Los únicos senderos que cumplieron esta condición fueron los caminos de terracería que comunicaron al Ejido Forestal de Huautla, con ranchos cercanos. De este modo, se seleccionaron tres caminos como transectos a los que se les asignó el nombre de acuerdo al rancho al que conducía cada camino: Santiopan, Xochipala y Ajuchitlán (Figura 7). Los caminos estuvieron orientados de la siguiente manera: Santiopan, este-oeste; Xochipala, oeste-este; y Ajuchitlán, noreste-sureste. Para que los transectos cubrieran los diferentes hábitats que hay en la Reserva se estableció una longitud de transecto en la cual los hábitats estuvieran representados. Los hábitats identificados fueron cinco: bosque tropical seco en buen estado de conservación, bosque seco perturbado, bosque espinoso, agroecosistemas de temporal y bosque de *Gliricidia sepium-Caesalpinia pulcherrima*. La distancia entre estaciones fue establecida tratando que cada estación de registro fuera independiente de la estación adyacente para minimizar el error de contar a los mismos individuos en estaciones diferentes. Esta distancia fue establecida por ensayo y error.

De esta manera se establecieron tres transectos independientes (Santiopan, Xochipala y Ajuchitlán) de 3km cada uno con 12 estaciones permanentes de muestreo separadas entre si por 250m (Figura 7).

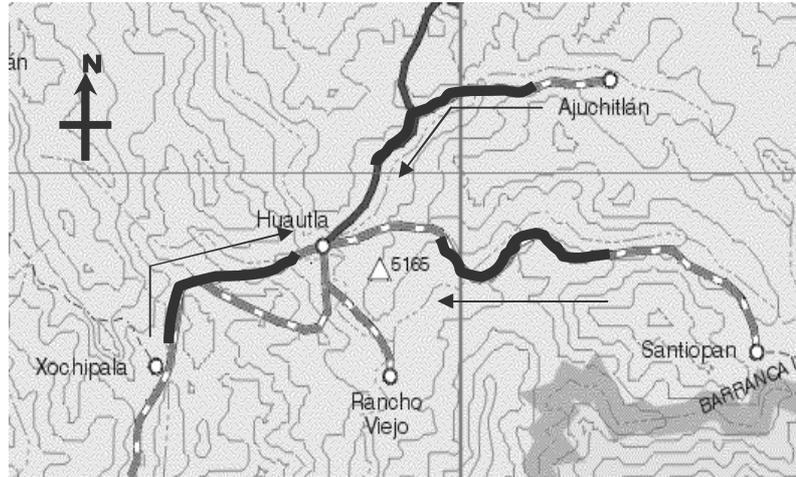


Figura 7. Localización geográfica y orientación de los tres transectos dentro del área de estudio en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).

Ocurrencia y Densidad

La ocurrencia y la densidad del tecolote del Balsas se evaluó por medio de dos métodos: el llamado voluntario (aquellas vocalizaciones emitidas por los búhos de manera espontánea) y la provocación auditiva (estimulación vocal de los búhos por imitación de su llamado con vocalizaciones pregrabadas). Este último método fue utilizado para incrementar el número de registros, ya que es un método efectivo para estimular vocalmente a muchas especies de rapaces (Fuller y Mosher 1981, Gerhardt 1991, Zuberogoitia y Campos 1998). Las vocalizaciones del tecolote del Balsas se obtuvieron de Hardy *et al.* (1990) y fueron reproducidas con una grabadora portátil Aiwa JS189 y dos bocinas amplificadoras Sony SRS-A21. Cada transecto fue recorrido 2 veces al mes. El segundo recorrido mensual se consideró una replica del primero. Los muestreos comenzaron entre las 18:30 (horario de invierno) y las 20:00 hrs. (horario de verano) según el crepúsculo local, prolongándose por aproximadamente 3 horas.

El muestreo en cada estación consistió en 10 minutos de duración y siempre fue realizado entre dos personas de la siguiente manera: se inició con 2 minutos de silencio para registrar cualquier búho vocalizando (llamado voluntario). Si se registraba algún individuo en este lapso de tiempo inmediatamente caminábamos hacia la siguiente estación. En caso de no existir ningún registro de llamado

voluntario durante los dos minutos, se aplicó la provocación auditiva por 3 minutos seguida de una pausa de 5 minutos para registrar alguna respuesta de algún individuo. Al registrar algún búho se estimó su localización aproximada por triangulación (Bell 1964): este método consiste en que dos personas separadas por cierta distancia dentro del transecto, en este caso, 60m (una de las cuales, siempre permaneció en la estación de registro) trazaron rumbos o direcciones con una brújula hacia el lugar de donde provenía la vocalización, para después obtener la distancia aproximada del búho hacia el observador. La distancia de separación entre las dos personas se estableció en base a pruebas de ensayo y error, donde se trazaron direcciones con diferentes distancias de separación hacia puntos conocidos. La exactitud de este método disminuyó cuando la distancia hacía el búho aumentó. Cada estación de registro fue simulada en hojas en blanco por medio de dos puntos unidos por una recta (escala 1:3000) y que representaban la posición de las dos personas respecto al paisaje. Posteriormente los rumbos fueron trazados en estas hojas prediseñadas y la intersección de las dos líneas revelaba la posición aproximada del búho durante la vocalización. Al conocer el ángulo (θ) y la distancia (d) del búho hacia el observador se calculó la distancia perpendicular del búho hacia el transecto con la siguiente formula (Bibby *et al.* 2000):

$$\text{Distancia perpendicular} = d \cos \theta$$

Del total de registros del tecolote del Balsas (279 búhos), solamente para el 83.51% del total (233 búhos) pudo establecerse la distancia perpendicular del búho hacia el transecto. Esta distancia perpendicular se utilizó para estimar la densidad poblacional.

Al registrar algún búho se consideraron las siguientes variables: nombre del transecto, número de estación dentro del transecto, hora, método con el que se registró el individuo, tiempo de llamado o respuesta en función al método empleado, tipo de respuesta (vocaliza y no se aproxima (VNA), silenciosamente se aproxima y vocaliza (SAV) y, se aproxima pero no vocaliza (ANV)). También se consideraron algunos factores ambientales como porcentaje de nubosidad (entre 0 y 100%), fase lunar (luna llena, creciente, menguante y luna nueva) e intensidad del viento (0, cuando no había viento a 3, cuando había viento muy fuerte) (Apéndice 1).

Uso o Selección de hábitat vs Disponibilidad

Los diferentes tipos de hábitats fueron identificados, así como su proporción dentro de cada transecto. La caracterización de los tipos de hábitat se realizó por observación directa del paisaje y por colecta e identificación de ejemplares de los árboles dominantes. Para conocer la proporción de cada hábitat dentro de los transectos se estableció una franja de 300m hacia cada lado de cada transecto debido a que esta fue la distancia máxima donde se registraron los búhos (Hall *et al.* 1997). El área de cada transecto fue de 3000m por 600m que equivale a 180 hectáreas; considerando los tres transectos se estableció un área total de 540 ha, que es equivalente a 5.4 km². La proporción de cada hábitat en toda el área de estudio fue obtenida sumando sus extensiones dentro de cada transecto.

Variables de Hábitat

Para evaluar la asociación entre el tecolote del Balsas con las características estructurales del hábitat, se correlacionó la presencia/ausencia de la especie con diferentes variables de hábitat. Para medir las variables de hábitat se consideraron solamente aquellos sitios donde se registraron búhos con llamado voluntario (N=111). Sin embargo, la complejidad y el difícil acceso hacia algunos sitios, solo permitió realizar análisis de hábitat en 51 sitios. En cada punto de muestreo se utilizó el método de parcela circular de 12.5m de radio según Bibby *et al.* (2000), donde se midieron diez variables de estructura de la vegetación y seis variables fisiográficas siguiendo a Enríquez (1995) (Apéndice 2).

Las variables de hábitat que se midieron en cada parcela fueron:

Variables de vegetación

La cobertura o densidad del dosel se estimó observando el dosel a través de un cilindro de PVC de 10cm de largo por 2.5cm de radio, al que se le adicionaron cuerdas o hilos adaptados en uno de sus extremos dividiendo el campo de visión en cuatro partes iguales, representando cada parte el 25% de visión. Al observar el dosel a través del cilindro se estimó la cobertura en porcentajes. En cada cuadrante se registraron 20 mediciones en diferentes puntos para obtener la densidad media del dosel por cuadrante.

La altura del dosel fue estimada por medio del método de Hipsometría trigonométrica (Hays *et al.* 1981). Este método consiste en seleccionar un punto desde donde pueda observarse todo el árbol. Desde este punto se miden los ángulos horizontales hacia la base y hacia la parte más alta del árbol. Se mide la distancia hacia el árbol, y su altura es calculada usando una fórmula trigonométrica. Se tomaron 20 mediciones por cuadrante para establecer la altura media del dosel.

El número de árboles se estimó como el número total de árboles dentro del cuadrante.

El diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los árboles en cada cuadrante se midió según Hays *et al.* (1981) usando un palo graduado en centímetros. El método consistió en sostener horizontalmente un palo graduado cerca del árbol a 1.5 m del suelo; con un ojo cerrado se alineó el palo con el tronco del árbol para obtener el DAP directamente del palo graduado. Se midieron todos los árboles y se clasificaron en rangos de la siguiente manera: árboles con $DAP < 10\text{cm}$, entre 11-20cm, entre 21-30cm, entre 31-40cm y árboles con $DAP > 40\text{cm}$.

El número de cactáceas columnares por cuadrante.

El número total de árboles según su condición física se clasificaron en: árboles vivos (V), muertos (M), recuperándose (R) y agonizantes (A).

El número de troncos caídos dentro del cuadrante.

El número de estratos de la vegetación: Arbóreo (A), Arbustivo (Ar) y Herbáceo (H).

El porcentaje de maleza se estimó según su cobertura sobre el sustrato. En cada cuadrante se obtuvieron cuatro medidas, una hacia cada punto cardinal, para obtener el porcentaje promedio de maleza por cuadrante.

Variables Fisiográficas

La pendiente se estimó usando un transportador y una escuadra. Se colocó el transportador y la escuadra horizontalmente cerca del suelo, esta última era desplazada hasta posicionarla acorde a la pendiente del sitio. El transportador indicaba los grados de inclinación. Se tomaron 20 mediciones por cuadrante y se obtuvo la pendiente promedio.

La altitud del cuadrante (metros sobre el nivel del mar) se obtuvo con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS.)

La distancia hacia la fuente de agua mas cercana así como el tipo de fuente de agua (arroyo, río, laguna, presa), la distancia al área abierta y la distancia a la habitación humana fueron registradas en amplitudes de distancia de: entre 0-100m (Tipo 1), entre 100-300m (Tipo 2), entre 300-500m (Tipo 3), y mas de 500m (Tipo 4).

Las mismas variables de vegetación y fisiográficas fueron medidas en puntos al azar (Churchill *et al.* 2000) sin registros de búhos dentro de los transectos (N=60). Debido a la complejidad del paisaje y al difícil acceso en ciertos puntos, solo fue posible realizar el análisis de hábitat en 53 puntos.

Los sitios al azar fueron elegidos de la siguiente manera:

Se utilizaron tres urnas diferentes. La primera contenía papelitos que representaban la longitud total del transecto dividido en rangos de 50m (de 0-3000m). Un papelito era seleccionado y se establecía la distancia dentro del transecto. La segunda urna contenía los papelitos que indicaban la dirección para realizar el análisis, entre 0 y 360 grados. Finalmente, una tercera urna contenía papelitos que representaban la distancia hacia los lados del transecto. Se estableció una distancia de 0 a 300m debido a que fue la distancia máxima donde se registraron los búhos (Hall *et al.* 1997). De este modo, cada sitio fue establecido con base en la distancia dentro del transecto, la dirección en que se realizaría el análisis de hábitat y la distancia hacia los lados del transecto.

TRABAJO DE ESCRITORIO

Ocurrencia y Densidad

La ocurrencia o abundancia relativa se estimó como el número de búhos vistos o escuchados por km recorrido. También se obtuvieron ocurrencias mensuales, ocurrencias por transecto y una ocurrencia total.

Debido a las condiciones ambientales, en algunos sitios (Santiopan-Febrero, Xochipala-Febrero, Ajuchitlán-October y Ajuchitlán-Febrero) no se pudo obtener la

replica mensual y por lo tanto se utilizó la fórmula de “valores perdidos” según Sokal y Rohlf (1981) para obtener estos (los) valores (faltantes):

$$\hat{Y}_{ij} = \frac{b \left(\sum Y \right)_j + a \left(\sum Y \right)_i - \sum Y}{(a-1)(b-1)}$$

donde:

\hat{Y}_{ij} = Valor perdido

a = número de tratamientos por cada muestra

b = tamaño de muestra,

$\left(\sum Y \right)_j$ = Sumatoria de los tratamientos de la muestra con el valor faltante

$\left(\sum Y \right)_i$ = Sumatoria del tratamiento donde se encuentra el valor faltante

$\sum Y$ = Sumatoria total de los tratamientos de todas las muestras

A todos los datos se les aplicaron pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk W) y homogeneidad de varianza (Bartlett). Para comparar las medias de ocurrencia entre transectos y entre meses se utilizaron Análisis de Varianza (ANOVA F), pero en caso de que los datos no cumplieran con los supuestos estadísticos, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (H). Para todas las pruebas estadísticas se utilizó el programa JMP Start Statistics 4.0.3 (Sall *et al.* 2001).

En este estudio se obtuvo una densidad total y densidades mensuales. Las densidades calculadas se consideraron como número de búhos por Km cuadrado. Todas las densidades se estimaron usando el programa Distance 3.5 (Thomas *et al.* 1998) el cual utiliza la distancia perpendicular de los registros de los búhos hacia el transecto para establecer estimaciones de densidad absoluta.

Uso o selección de hábitat vs Disponibilidad

Para evaluar el uso de hábitat del tecolote del Balsas, se siguió a Neu *et al.* (1974). Se utilizó el programa Habuse modificado por Lund (1976). Este programa compara el uso del hábitat por la especie con respecto a su disponibilidad utilizando una χ^2 , donde calcula los límites de confianza de Bonferroni para determinar significancias del uso de hábitat por el tecolote del Balsas.

En todos los análisis estadísticos, las diferencias fueron consideradas significativas si la probabilidad (P) fue menor a 0.05.

Variables de hábitat

De las variables de hábitat medidas en este estudio, se realizaron comparaciones de estas entre los hábitats, así como el número total de búhos registrados por hábitat. Para estas comparaciones se utilizó Análisis de Varianza (ANOVA F).

Para estimar que variables de hábitat se relacionaron con la presencia de búhos en los sitios muestreados, se realizó una regresión logística, la cual estima la probabilidad de recursos usados. Esta es una relación binomial donde el recurso usado es 1 y no usado es 0. Este modelo utiliza una prueba de χ^2 . Para todas las pruebas estadísticas se utilizó el programa JMP Start Statistics 4.0.3 (Sall *et al.* 2001).

RESULTADOS

Durante los siete meses de estudio en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (RBSH) se muestrearon un total de 444 estaciones en 37 recorridos en los tres transectos. Estos 37 recorridos se distribuyeron de la siguiente manera: 13 en el transecto Santiopan, 12 en el transecto Xochipala y 12 en el transecto Ajuchitlán.

Ocurrencia

En este estudio se obtuvieron un total de 279 registros del tecolote del Balsas. Los datos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Número de registros totales del tecolote del Balsas por transecto en la RBSH (octubre 2001-abril 2002)

Transecto	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	%
SANTIOPAN	41	23	19	16	6	15	6	126	45.16%
XOCHIPALA	23	13	14	7	0	4	9	70	25.08%
AJUCHITLAN	11	21	14	15	8	10	4	83	29.74%
Total	75	57	47	38	14	29	19	279	100%

La ocurrencia media total del tecolote ojoscuro del Balsas por kilómetro recorrido se estimó en 2.5 búhos/km. La mayor ocurrencia se registró en el mes de octubre, mientras que la menor ocurrencia se registró en abril (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ocurrencia media total del tecolote del Balsas por kilómetro recorrido en la RBSH (octubre 2001-abril 2002)

Mes	Santiopan (media)	Xochipala (media)	Ajuchitlán (media)	Búhos/Km recorrido
Oct	6.8	3.8	4.1	5.1
Nov	3.8	2.1	3.1	3.0
Dic	2.5	2.3	2.3	2.4
Ene	2.6	1.1	2.5	2.1
Feb	2.0	2.4	2.2	2.2
Mar	2.5	0.7	1.6	1.6
Abr	1.1	1.5	0.7	1.1
Media Total	3.0	2.0	2.3	2.5

Por otro lado se obtuvo una ocurrencia total mensual, donde la media total fue de 7.5 búhos/mes. Octubre fue el mes que presentó la mayor ocurrencia ($\bar{x}=14.75$ búhos/mes) y esta ocurrencia disminuyó a lo largo de los meses de estudio ($F=6.1288$, $gl=6,14$; $P<0.05$) (Figura 8).

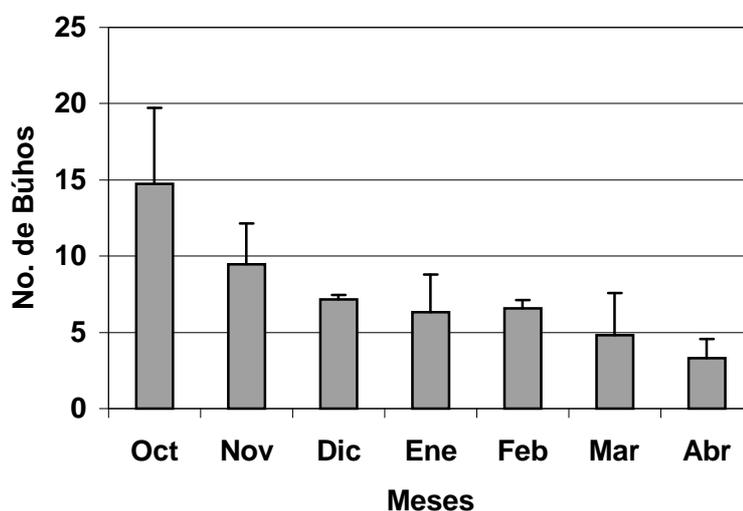


Figura 8. Ocurrencia total mensual del tecolote del Balsas en la RBSH (octubre 2001-abril 2002)

Al comparar la ocurrencia de búhos entre los transectos, el transecto Santiopan registró el mayor número de búhos durante todos los meses (a excepción de Febrero y Abril). Sin embargo, la ocurrencia media de los búhos no fue diferente entre los transectos ($F=1.0622$; $gl=2,18$; $P>0.05$; Figura 9).

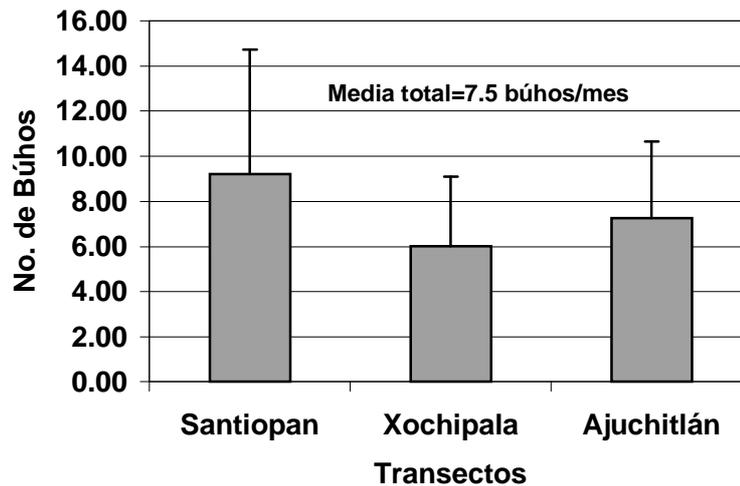


Figura 9. Ocurrencia media del tecolote del Balsas por transecto en la RBSH (octubre 2001- abril 2002)

Densidad

La densidad total del tecolote del Balsas durante siete meses en el área de estudio fue de 6.74 ind/km². Al estimar las densidades mensuales, octubre presentó la mayor densidad poblacional mientras que la menor densidad se registró en febrero (Figura 10). Con la estimación de densidad total, se calculó que en las 540 hectáreas muestreadas dentro de la RBSH (5.4 km²) el total de individuos del tecolote del Balsas fue de 36.4 durante la temporada seca de octubre de 2001 a abril de 2002.

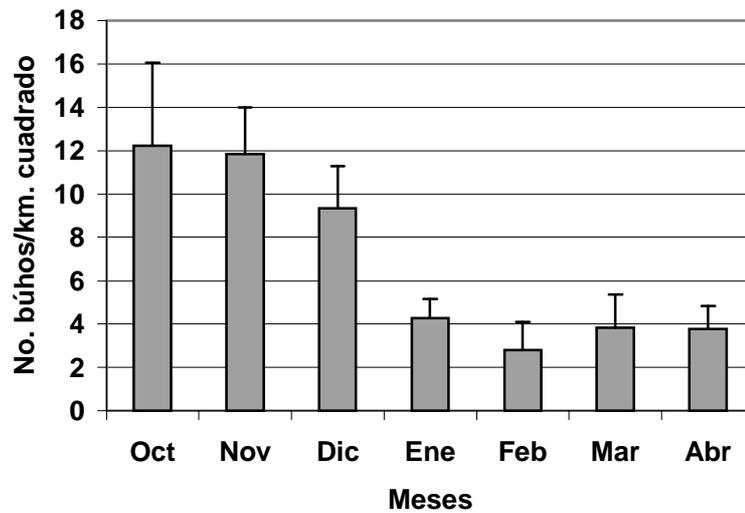


Figura 10. Densidades mensuales del tecolote del Balsas en la RBSH (octubre 2001-abril 2002)

Uso o selección de hábitat vs Disponibilidad

En este estudio se identificaron cinco diferentes tipos de asociaciones vegetales, así como su proporción en el área de estudio:

1-Bosque tropical seco en buen estado de conservación que ocupó el 39.31% del área con una extensión aproximada de 212.3 ha. Las especies de árboles dominantes como los cuajotes (*Bursera grandifolia*, *B. lancifolia*, *Bursera* sp. *Pseudomosdigium perniciosum*), el cuachalalate (*Amphipterigium adstringens*) y el palo blanco (*Conzattia multiflora*) se asociaron fuertemente con abundantes cactáceas columnares de las especies *Lemaireocereus thurberi*, *Pachocereus weberi*, y *Mirtilocactus* sp.

2-Bosque tropical seco perturbado que abarcó el 23.33%, y su extensión fue de 126 ha. Esta asociación se presentó en parches a manera de ecotonos entre bosque seco y matorral espinoso, producto de la influencia humana. Dominaron especies espinosas como *Acacia cochliacantha* y *A. farnesiana*. Tanto el género *Bursera* como las cactáceas columnares fueron poco comunes, y especies como *Amphipterigium adstringens*, y *Conzattia multiflora* estuvieron generalmente

ausentes. *Gliricidia cepium* y *Helyocarpus venutilum* se consolidaron como especies indicadoras de perturbación (Rzedowski 1978).

3-Matorral espinoso, que ocupó el 25.47% de la vegetación y cubrió un área de aproximadamente 137.55 ha. Este hábitat estuvo dominado casi exclusivamente por tres especies de huizaches: *Acacia cochliacantha*, *A. farnesiana* y *Leucaena* sp.

4- Agroecosistemas, que ocupó el 9.36% de la zona y cubrió un área de 50.55 ha. Estas zonas consistieron en cultivos temporales distribuidos de manera poco uniforme dentro de los transectos. Estos cultivos fueron principalmente de maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorgum vulgare*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*).

5-Bosque de *Gliricidia cepium* y *Caesalpinia pulcherrima*, que ocupó el 2.5% del área de estudio y su extensión abarcó aproximadamente 13.5 ha. Este pequeño pero evidente parche de vegetación estuvo dominado exclusivamente por estas dos especies.

De los cinco hábitats identificados en el área de estudio, el tecolote del Balsas utilizó cuatro de ellos (bosque seco conservado, bosque seco perturbado, matorral y agroecosistemas) en igual proporción a su disponibilidad. Sin embargo, este tecolote usó el bosque de *Gliricidia-Caesalpinia* en menor proporción a lo disponible ($X^2= 3.96$, gl 4, $P<0.05$), aún cuando esta asociación ocupó la menor proporción dentro del área de estudio (Cuadro 3) .

Cuadro 3. Comparación del uso o selección de hábitat del tecolote del Balsas con el hábitat disponible en el área de estudio dentro de la RBSH (octubre 2001-abril 2002).

Asociación vegetal	Area (%)	Prop-Obs (Usado)	Prop-Esp (Disponible)	Interv. Conf. (P=0.05)	Conclusión
Bosque tropical seco conservado	39.31	0.43	0.39	0.311-0.554	U=D
Bosque tropical seco perturbado	23.33	0.18	0.23	0.093-0.285	U=D
Matorral Espinoso	25.47	0.29	0.25	0.186-0.409	U=D
Agroecosistemas	9.36	0.07	0.093	0.009-0.135	U=D
Bosque de <i>Gliricidia-Caesalpinia</i>	2.52	0.009	0.025	0.000-0.032	U<D
Total	99.99				

Chi cuadrada= 3.968; gl 4; P= 0.4114

U=D. Usado según la disponibilidad

U<D. Usado menos de lo disponible

Variables de hábitat

Al comparar el número de búhos entre los cinco diferentes hábitats, el bosque seco conservado presentó mayor número de búhos, pero este no mostró diferencias significativas con respecto al bosque seco perturbado y al matorral espinoso. Sin embargo, el número de búhos registrados en estos tres hábitats si fueron significativamente diferentes a los agroecosistemas y al bosque de *Gliricidia-Caesalpinia* ($F=4.715$; gl 4,30; $P<0.05$) (Figura 11).

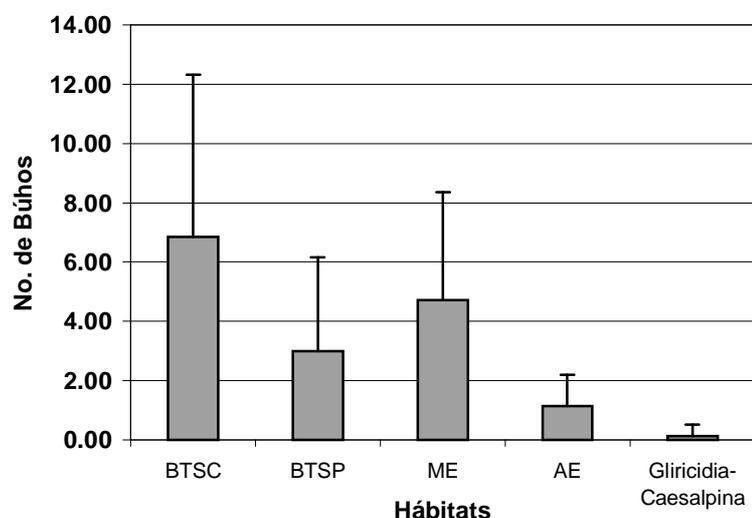


Figura 11. Número de búhos registrados por cada hábitat en la RBSH (octubre 2001-abril 2002). (BTSC= Bosque tropical seco conservado; BTSP= Bosque tropical seco perturbado; ME= Matorral espinoso; AE= Agroecosistema; Gliricidia-Caesalpinia= Bosque de *Gliricidia cepium-Caesalpinia pulcherrima*)

Al comparar las variables de hábitat entre los cinco hábitats, cuatro variables resultaron diferentes entre los hábitats. Estas variables fueron, la altura del dosel, diámetro a la altura del pecho (DAP) menor de 10 cm, DAP entre 11 y 20 cm y el total de árboles (Cuadro 4).

Cuadro 4. Variables de hábitat que fueron diferentes entre los hábitats estudiados en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).

Variable	ANOVA*	Probabilidad (P)
Altura del Dosel	2.706	<0.05
DAP<10 cm	2.858	<0.05
DAP entre 11-20 cm	2.668	<0.05
Arboles totales	2.561	<0.05

*gl (4,47)

Al comparar las variables del hábitat con la presencia de búhos en los sitios, las variables que se correlacionaron positivamente fueron la densidad del dosel, la altura del dosel, el diámetro a la altura del pecho (DAP) menor a 10 cm, DAP entre 11-20 cm, DAP entre 31-40 cm, cactáceas, árboles vivos, árboles totales, troncos caídos, la maleza y la pendiente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Variables de hábitat asociadas con la probabilidad de uso o selección del tecolote del Balsas en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).

Variable	Chi²*	Probabilidad
Densidad del Dosel	30.75	0.0001
Altura del Dosel	16.03	0.0001
DAP<10 cm	13.61	0.0002
DAP entre 11-20 cm	14.76	0.0001
DAP entre 31-40 cm	4.45	0.03
Cactáceas	4.94	0.03
Árboles vivos	17.09	0.0001
Árboles totales	13.76	0.0002
Troncos	6.48	0.01
Maleza	47.12	0.0001
Pendiente	4.35	0.04

*gl 1

Provocación auditiva (Playback) y Llamado voluntario

Un total de 279 registros del tecolote del Balsas se obtuvieron en este estudio utilizando dos métodos de muestreo (el llamado voluntario y la provocación auditiva). En el Cuadro 6 se muestra el total de registros de búhos con cada método y los porcentajes. Aunque la provocación auditiva presentó un mayor número de detecciones, no existieron diferencias significativas entre métodos ($F= 3.14$; $gl\ 1,2$; $P>0.05$)

Cuadro 6. Número total de registros del tecolote del Balsas con ambos métodos en la RBSH (octubre 2001-abril 2002).

Método	No. de registros	(%)
Llamado voluntario	112	40.14
Provocación auditiva	167	59.86
Total	279	100

Al comparar el número de registros del tecolote del Balsas con el método del llamado voluntario entre transectos, no existieron diferencias significativas ($F=0.67$; $gl\ 2,18$; $P>0.05$) (Figura 12). Sin embargo si existieron diferencias al comparar el número de registros de esta especie entre meses, ($F=4.97$; $gl=6,14$; $P<0.05$), donde octubre presentó los valores máximos (6.33 búhos/mes) y marzo y abril los valores mínimos (ambos 0.83 búhos/mes)(Figura 13).

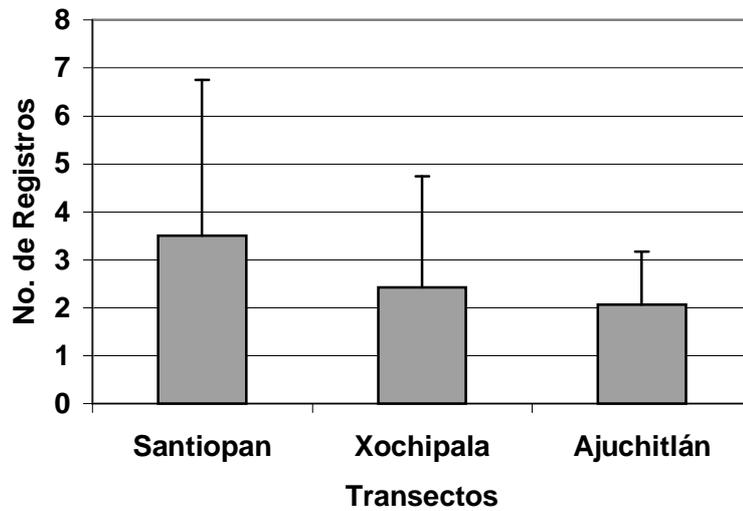


Figura 12. Número de registros del tecolote del Balsas con el llamado voluntario entre transectos en la RBSH (octubre 2001-abril 2002)

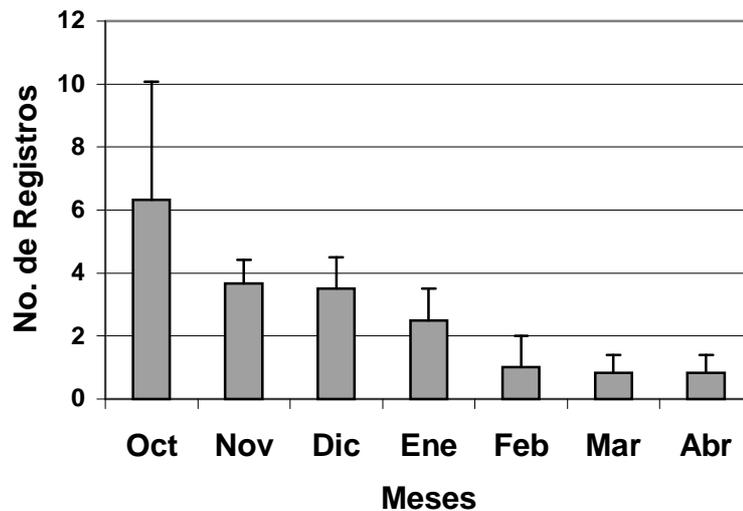


Figura 13. Número de registros del tecolote del Balsas con el llamado voluntario entre los meses de estudio en la RBSH (octubre 2001-abril 2002)

Por otra parte, el número de registros del tecolote del Balsas con el método de la provocación auditiva fue similar entre los transectos ($F=2.53$; gl 2,18; $P>0.05$) y entre los meses ($F=1.52$; gl 6,14; $P>0.05$) (Figuras 14 y 15).

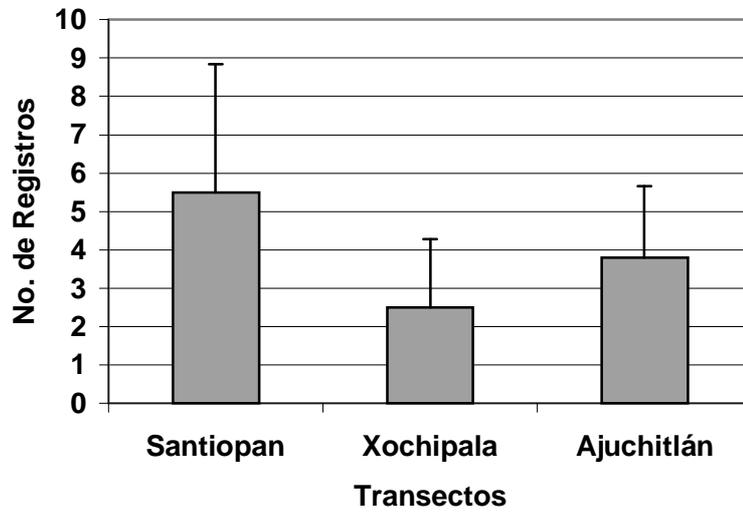


Figura 14. Número de registros del tecolote del Balsas con la provocación auditiva entre transectos en la RBSH (octubre 2001-abril 2002)

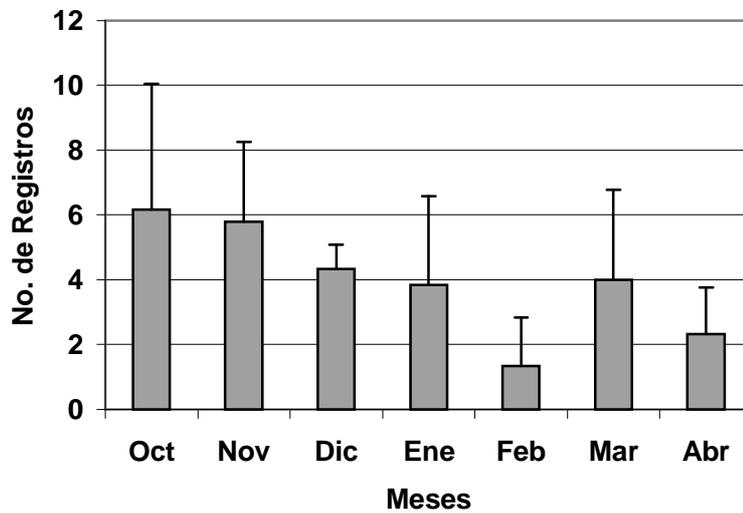


Figura 15. Número de registros del tecolote del Balsas con la provocación auditiva entre los meses de estudio en la RBSH (octubre 2001-abril 2002)

DISCUSION

Ocurrencia

La ocurrencia del tecolote del Balsas en este estudio (octubre del 2001 a abril del 2002), no fue diferente entre los tres transectos estudiados. Lo anterior posiblemente se debió a que las cuatro asociaciones vegetales se distribuyeron de manera casi homogénea entre los transectos, a excepción del transecto Xochipala el que presentó un parche de bosque de *Gliricidia-Caesalpinia*. Ferry (1974), Dawson *et al.* (1978) y Gill (1980) han encontrado que la abundancia de algunas especies de aves es semejante en diferentes áreas geográficas, cuando estas áreas presentan hábitats semejantes. Sin embargo, estos resultados pueden ser mejor soportados con mayor información en abundancias durante diferentes años y temporadas. (Conner y Dickson 1980).

No obstante, la ausencia de una variación espacial en la ocurrencia del tecolote del Balsas entre transectos, si existió una variación temporal a lo largo del estudio. La ocurrencia mensual de esta especie disminuyó conforme avanzó la estación seca y esta disminución en la ocurrencia de esta especie fue paralela con el cambio gradual en la fisonomía del paisaje, ya que en octubre, cuando se registraron las últimas lluvias de la temporada y la vegetación aún era densa, se encontró el índice de mayor ocurrencia (14.33 búhos/mes), mientras que en marzo y abril, en el periodo de máxima sequía anual, se encontraron los menores índices de ocurrencia mensual (4.83 búhos/mes y 3.33 búhos/mes respectivamente). En general, la abundancia o la densidad de las aves puede variar por la tasa de natalidad y mortalidad, así como inmigración y emigración, pero también existen cambios temporales en la abundancia, debido a cambios en el hábitat, tales como la pérdida del follaje en hábitats con árboles deciduos (Dawson 1981). Estas variaciones temporales y estacionales determinan los patrones de actividad y dinámica poblacional en muchas especies animales (Braker y Greene 1994, Sanchez-Rojas *et al.* 1997). La disminución en la ocurrencia del tecolote del Balsas conforme avanzó la temporada seca podría ser consecuencia de la marcada variación estacional que existe en los bosques secos, lo que provoca una discontinuidad en la cobertura de la vegetación a lo largo del año (Janzen 1988).

Esta disminución en la ocurrencia podría estar influenciada también por el periodo reproductivo de esta especie. Las tasas de detección en algunas especies de búhos varían a lo largo del año, por razones reproductivas (Fuller y Mosher 1987). Por ejemplo, el tecolote oriental (*Otus asio*) incrementa su detección cuando los juveniles se agregan a la población como individuos independientes después de 4 ó 5 meses de haber nacido (Smith *et al.* 1987, del Hoyo *et al.* 1999). Otros estudios con esta misma especie han reportado que la tasa de detección disminuye en el periodo que corresponde a actividades de anidación, sugiriendo que durante esta época, el tecolote oriental es mas reservado (e.g. Allaire y Landrum 1975, Lynch y Smith 1984, Carpenter 1987). Smith *et al.* (1987) reportaron que la ocurrencia mensual en esta especie varió estacionalmente en el sur de Connecticut, E.U., encontrando los menores índices de ocurrencia entre febrero y mayo, y los mayores índices en noviembre y diciembre.

Con respecto al tecolote del Balsas, cuya puesta de huevos se ha reportado para el mes de junio (del Hoyo *et al.* 1999), es probable que las máximas ocurrencias reportadas en este trabajo (octubre= 14.75 búhos/mes, noviembre= 9.5 búhos/mes) sean producto de las actividades de los individuos jóvenes que tienden a vocalizar durante el periodo en que han dejado de ser dependientes de los padres (Smith *et al.* 1987) y que en los bosques secos este periodo corresponde tambien con la alta disponibilidad de alimento ya que muchas especies de insectos y vertebrados (fuentes potenciales de alimento) incrementan sus números al final de la temporada de lluvias y al inicio de la temporada seca (Ceballos 1995). De este modo, la sincronización de la reproducción con la alta abundancia de alimento puede ser una respuesta a la marcada variación estacional en los bosques secos (Ceballos 1995). Por otro lado las mínimas ocurrencias mensuales (marzo= 4.83 búhos/mes, abril= 3.33 búhos) posiblemente estén asociadas no solo con el periodo pre-reproductivo y/o reproductivo sino también con la escasa cantidad de recursos durante la sequía. De este modo, las fluctuaciones en la abundancia del tecolote del Balsas pueden responder a dos fases periódicas que ocurren naturalmente en la mayoría de las aves: cuando los números de individuos en las poblaciones incrementan al final de la temporada reproductiva debido a que la natalidad excede

la tasa de mortalidad, y cuando el número de individuos disminuye en el periodo que corresponde a la temporada no reproductiva y es la antesala de la siguiente temporada de reproducción debido a que en ese lapso solo hay mortalidad de individuos (Newton 1998).

Por otro lado, las fluctuaciones temporales en las poblaciones animales pueden ser consecuencia de un cambio en sus patrones de residencia (Ceballos 1995, Kennedy 1998). En algunas especies de aves y mamíferos ocurren cambios en su abundancia debido a que los individuos tienden a desplazarse hacia otras regiones haciendo migraciones locales como una forma de adaptarse a la estacionalidad ambiental (Rodríguez-Estrella y Brown 1990, Blanco 1994, Ceballos 1995). Este mecanismo es esencial para una buena posibilidad de supervivencia en individuos que usan temporalmente una comunidad cambiante y a veces ejerce un efecto potencialmente profundo sobre la dinámica poblacional de las especies (Begon *et al.* 1995). Aunque no existe información acerca de movimientos regionales del tecolote del Balsas dentro de su área de distribución, es posible que el desplazamiento local de los individuos esté influyendo en la variación de la ocurrencia en este estudio, pero en general, existen muy pocos estudios sobre los movimientos locales que ocurren en las especies ya que solo marcando con radiotransmisores a los individuos es posible cuantificar y monitorear los movimientos de los individuos en una población (Begon *et al.* 1995, Stotz *et al.* 1996, Hunter 2002).

Los fenómenos y mecanismos expuestos anteriormente podrían explicar la variación en la ocurrencia del tecolote del Balsas durante la temporada de secas en este estudio, pero posiblemente otros factores como el tipo de hábitat, el clima, las condiciones ambientales, la distribución geográfica de la especie, el método utilizado, e incluso la experiencia del observador podrían estar influenciando cambios en la ocurrencia a lo largo de los meses (Fuller y Mosher 1987, Sarmiento 1999, Enríquez y Rangel 2001).

Densidad

La densidad es la expresión espacial de la abundancia (Krebs 1994). Los resultados obtenidos en este trabajo sobre ocurrencia y densidad del tecolote del

Balsas confirman esta idea, ya que la disminución mensual en la ocurrencia reflejó una disminución mensual en la densidad. En octubre se obtuvo la máxima densidad mensual (12.2 ind./km²) mientras que las mínimas densidades poblacionales se obtuvieron en marzo (3.83 ind./km²) y abril (3.79 ind./km²). En áreas tropicales las fluctuaciones en la densidad de muchas especies tienden a estar correlacionadas con variaciones estacionales en la precipitación: a menor precipitación, menor abundancia (Boughey 1973).

Por otro lado, con la estimación de densidad total para el tecolote del Balsas (6.74 ind./km²), se calculó que en 5.4 km² muestreados dentro de la RBSH, el total de individuos del tecolote del Balsas fue de 36.4 durante la temporada seca de octubre de 2001 a abril de 2002. Este número de individuos es elevado con respecto a otras rapaces, tanto nocturnas como diurnas en las que, en áreas mucho más extensas apenas es posible encontrar solo unos cuantos individuos. Sin embargo, la densidad de una especie está relacionada con su área de acción. Por ejemplo, Haney (1997) menciona que el búho barrado (*Strix varia*) ocurre en densidades de una pareja por cada 2.5-6.5 km² en un bosque templado de Norteamérica. Esta especie es dos veces mayor en tamaño que el tecolote del Balsas. Hall *et al.* (1997) reportaron para el halcón Hawaiano (*Buteo solitarius*) una densidad de 0.4 ind./km². Penteriani y Faivre (1997) encontraron una densidad de 8.3 parejas/100km² de *B. buteo* en un área montañosa en Italia. No obstante, también se han reportado densidades poblacionales mayores en otras especies de búhos y en áreas mucho más pequeñas. Phillips *et al.* 1964 reportó para el tecolote oriental (*Otus asio*) una densidad de 90 parejas reproductivas por 0.4 km². Por otro lado, Johnson *et al.* (1981) encontraron una densidad de cinco parejas del tecolote enano (*Micrathene whitneyi*) en un transecto de 200m x 100m. La mayoría de las especies de rapaces ocurren en bajas densidades porque requieren de extensiones territoriales relativamente grandes para mantener sus poblaciones saludables pero las altas densidades poblacionales en áreas pequeñas pueden ser consecuencia de hábitats extremadamente productivos (Johnson *et al.* 1981) en los que, en abundancia de recursos, no existe la

necesidad de defender un territorio pues los costos por defenderlo excederían con mucho a los beneficios (Perrins y Birkhead 1983).

Uso o selección de hábitat vs. Disponibilidad

En este estudio se caracterizaron cinco diferentes tipos de hábitats de acuerdo a la dominancia de ciertas especies vegetales, principalmente árboles. Los hábitats fueron: bosque seco en buen estado de conservación, bosque seco perturbado, matorral espinoso, agroecosistemas y bosque de *Gliricidia-Caesalpinia*.

El estado actual de la vegetación en la zona, es consecuencia principalmente de las diferentes actividades humanas como la agricultura y la ganadería, que han modificado y transformado la vegetación primaria. Esta circunstancia puede hacerse extensiva a casi toda la RBSH.

Aunque el tecolote del Balsas fue más abundante en el bosque seco conservado, esta especie utilizó los otros cuatro hábitats (el bosque seco conservado, el bosque seco perturbado, el matorral y los agroecosistemas) en el área de estudio según la disponibilidad de estos hábitats. Este resultado coincide con la literatura en la que se menciona que el tecolote del Balsas habita en bosques secos, bosques espinosos, en áreas abiertas donde los árboles y arbustos son escasos (König *et al.* 1999, del Hoyo *et al.* 1999), así como en bordes de zonas de cultivo (Lockshaw 2001). No obstante, también es común encontrarlo dentro de zonas habitadas por el hombre (obs. pers.).

La disponibilidad de alimento es uno de los factores primarios que determinan el uso del hábitat en muchas especies de aves (Block y Brennan 1993). El uso del hábitat del tecolote del Balsas puede ser interpretado, como en otras rapaces, en términos del hábitat usado por sus presas (Sparks *et al.* 1994, Enríquez 1995, Ward *et al.* 1998). Las presas de los búhos (artrópodos y pequeños vertebrados) ocupan una amplia variedad de hábitats incluyendo zonas abiertas y de cultivos en las que muchos insectos son más abundantes que en áreas cerradas (Sparks *et al.* 1994). Algunas de estas presas podrían ser encontradas en grandes números en los diferentes hábitats (Sparks *et al.* 1994).

Pero aunque la disponibilidad de presas puede reflejar el uso de diferentes hábitats, probablemente otros factores sean de igual importancia. La presencia de ciertas especies de búhos en sitios específicos puede estar influenciada más por la vegetación que por la abundancia de alimento (Janes 1985). Frecuentemente la vegetación contribuye en el uso de determinado hábitat por los búhos y esto se debe, en parte, a la gran disponibilidad de sitios para forrajeo, descanso y protección (Sparks *et al.* 1994). El bosque seco presenta diversos sitios donde el tecolote del Balsas pueda anidar y refugiarse como los hoyos y huecos hechos por pájaros carpinteros en árboles y cactáceas columnares (König *et al.* 1999). Sin embargo, también puede utilizar posaderos de descanso a media altura de los árboles en la densa cobertura del dosel durante la temporada lluviosa (obs. pers.), o utilizar perchas en árboles desnudos, así como postes de potreros para forrajear o vocalizar en la temporada seca (Lockshaw 2001).

El único hábitat que fue utilizado por el tecolote del Balsas en menor proporción a lo disponible fue el bosque de *Gliricidia sepium-Caesalpinia pulcherrima*. Este parche de vegetación estuvo dominado casi exclusivamente por estas dos especies de árboles, y ocupó la proporción más pequeña dentro del área de estudio. La complejidad de la vegetación es con frecuencia el factor que determina el uso de determinado hábitat por las aves. En un hábitat donde existe alta diversidad de árboles y plantas, potencialmente hay mayor abundancia de recursos. En este sentido, es más probable que un organismo utilice un hábitat complejo para realizar sus actividades, que un hábitat más homogéneo (Block y Brennan 1993). Sin embargo, Nicholls y Warner (1972) mencionaron que aunque las especies de búhos utilizan un hábitat mas frecuentemente que otro, no significa que los hábitats que utilizan en menor proporción sean menos importantes, ya que pueden contener recursos necesarios para que una especie sobreviva.

Variables de hábitat

Las variables de hábitat que se asociaron positivamente con la presencia del tecolote del Balsas fueron la altura y densidad del dosel, los árboles vivos con diámetros entre 10 y 40 cm, las cactáceas columnares y los troncos muertos. Aún cuando estas variables de vegetación fueron semejantes en los diferentes hábitats, el tecolote del Balsas se asoció mas frecuentemente con sitios localizados en zonas poco perturbadas. Algunas de estas variables podrían explicar el porque esta especie utiliza un sitio determinado. Por ejemplo, en áreas de bosque seco conservado existen algunas características de vegetación primaria como son la dominancia de árboles vivos, la presencia de cactáceas columnares, así como la abundancia de troncos muertos (Rzedowski 1978).

Los patrones de selección sugieren, en parte, que los sitios con características de un bosque maduro son importantes para la selección de territorios por el tecolote del Balsas. La edad del bosque determinó una mayor abundancia de esta especie en bosques maduros, debido a que estos bosques tienen más árboles y sitios que pueden ser usados como posaderos y descanso (Zwank 1995).

Otra variable de hábitat que se correlacionó positivamente con la probabilidad de uso por el tecolote del Balsas fue la presencia de cactáceas columnares. En los bosques tropicales secos donde se distribuye este búho, la abundancia de huecos y cavidades en cactáceas columnares incrementa sustancialmente la disponibilidad de sitios para ser usados como refugio contra depredadores, contra condiciones ambientales adversas (e.g. lluvia y viento durante la temporada húmeda, o calor extremo durante la sequía) y como sitios para anidación. Estos sitios proporcionan microclimas favorables para los búhos (Belthoff y Ritchison 1990) y les permite ocultarse cuando no existe suficiente cobertura durante la sequía (obs. pers). Por otro lado, el tecolote del Balsas también se asoció positivamente con sitios donde los troncos muertos fueron abundantes. Esto sugiere que los troncos representan sitios para el refugio de presas potenciales para los búhos como artrópodos y pequeños vertebrados. Los árboles muertos en pie también son importantes para el tecolote del Balsas ya que

estos también proporcionan refugios dentro de cavidades naturales o huecos hechos por otras aves (obs. pers.).

En cuanto a las variables fisiográficas medidas, la probabilidad de uso del tecolote del Balsas se asoció de manera significativa con la pendiente del paisaje. De manera general, los sitios usados por el tecolote del Balsas se localizaron en zonas con pendiente moderada (entre 15 y 20° de inclinación). Sin embargo, la pendiente abrupta fue una de las principales razones por las que no se pudo acceder hacia otros sitios usados por esta especie. Como mencionan Solís y Gutiérrez (1990), la asociación de los búhos con características fisiográficas específicas probablemente se relacione más con otros factores (e.g. factores ambientales) que con la fisiografía del paisaje como tal.

Aunque la probabilidad de uso de ciertas variables de hábitat por el tecolote del Balsas fue mayor en el bosque seco conservado, esta especie parece seleccionar sitios en zonas con características de vegetación aparentemente distintas y con distintos grados de perturbación o sucesión. Las variables de hábitat que probablemente determinan la presencia del tecolote del Balsas en un sitio específico (densidad y altura del dosel, cactáceas, abundancia de árboles, troncos muertos) variaron en cantidad de un hábitat a otro (obs. pers.). El uso de estos sitios en hábitats distintos puede relacionarse con una fuerte capacidad de adaptación de la especie a zonas perturbadas (Aguirre 1976) o con la existencia de recursos que de alguna forma les sirven para cubrir necesidades tales como alimentación y descanso, o desarrollar actividades como vocalizar o forrajear (Morris 1987). Sin embargo, la presencia de una especie en un sitio específico dentro de un hábitat, no determina la calidad de este hábitat (Van Horne 1983). Por esta razón, también es posible que los sitios que son óptimos para el tecolote del Balsas, sean territorios defendidos por adultos, y que algunas veces estén promoviendo o limitando a los juveniles hacia hábitats y sitios subóptimos (Sparks et al. 1994).

En este estudio no se encontró una correlación estadísticamente significativa entre algunas variables de hábitat y la presencia del tecolote del Balsas en determinados sitios. Estas variables fueron: el DAP entre 21-30 cm., el

DAP>40cm, los estratos de vegetación, la altitud y la distancia hacia la fuente de agua, área abierta y habitación humana mas cercana. Sin embargo, aunque estas variables no mostraron significancia estadística, probablemente pueden tener alguna asociación biológica con la especie (Enríquez 1995).

Provocación auditiva (Playback) y Llamado voluntario

De un total de 369 imitaciones del llamado del tecolote del Balsas (provocación auditiva), se obtuvieron respuestas en 167 ocasiones. Esto representó el 45.25% de respuesta a la provocación auditiva.

Otros autores han encontrado porcentajes de respuesta a la provocación auditiva son semejantes al obtenido en este estudio, pero con otras especies. Por ejemplo, McGarigal y Fraser (1985) reportaron 62.5% de respuestas a la provocación auditiva para el búho barrado (*Stix varia*); Smith *et al.* (1987) registraron un 37% de respuesta en el tecolote oriental (*Otus asio*); Gerhardt (1991) obtuvo para el búho moteado (*Strix (Ciccaba) virgata*) un 40% de respuestas; Enríquez y Rangel (1997) reportaron 47% de respuesta en el tecolote vermiculado (*O. vermiculatus*) y 45.11% para el búho corniblanco (*Lophotrix cristata*), aunque en el mismo estudio encontraron tasas de respuesta menores para otras especies de búhos como el búho moteado (*S. virgata*), el búho blanquinegro (*S. nigrolineata*) y el búho de anteojos (*Pulsatrix perspicillata*). Con estos resultados, los autores mencionados concluyen que la provocación auditiva estimula efectivamente la respuesta y detectabilidad de las especies mencionadas.

En este estudio, la provocación auditiva incrementó el número de registros del tecolote del Balsas ya que el 59.85% (167 registros) del total de registros fueron con provocación auditiva, y el 40.14% (112 registros) fueron con llamado voluntario. La provocación auditiva proporcionó un mayor número de registros de esta especie durante prácticamente todos los meses.

La respuesta vocal a la provocación auditiva está relacionada con la conducta territorial de los búhos, ya que las imitaciones vocales de su llamado generalmente producen una respuesta visual o vocal en los búhos para defender

su territorio contra el “búho invasor” (Smith y Carpenter 1987). La conducta territorial de algunas especies de búhos es una razón por la que varios autores han encontrado que el método de la provocación auditiva proporciona significativamente mayor número de detecciones que el método del llamado voluntario (e.g. Mosher *et al.* 1990, Gerhardt 1991, Zuberogoitia y Campos 1998).

Aún cuando existió una disminución en el número de respuestas a lo largo del estudio, este resultado corrobora la idea de que el tecolote del Balsas al igual que otras especies del género *Otus*, (por ejemplo, el tecolote oriental, el tecolote vermiculado y el tecolote occidental) (Escalante *et al.* 1996), es una especie ampliamente vocal que tiende a responder bien a las imitaciones de su llamado (Lockshaw 2001).

Por otro lado, la disminución en el número de registros con el llamado voluntario a lo largo de los meses puede indicar que durante la temporada seca de octubre de 2001 a abril de 2002, la conducta vocal del tecolote del Balsas fue estacional. La frecuencia de sus vocalizaciones a lo largo del estudio posiblemente fueron reflejo de los cambios graduales que ocurren en la vegetación del bosque tropical seco. A menudo el número de llamados se relaciona también con otros factores como son la época del año, el periodo reproductivo, las condiciones ambientales, y la densidad poblacional de la especie, así como de sus presas (Clark y Anderson 1997, Peláez, 1998).

CONCLUSIONES

*Existió una variación temporal en la ocurrencia del tecolote del Balsas a lo largo del estudio. La ocurrencia de esta especie fue mayor cuando se registraron las últimas lluvias de la temporada, y fue menor en el periodo de máxima sequía anual.

*Al realizar una comparación espacial en la ocurrencia o abundancia del tecolote del Balsas entre los transectos, no existió una variación, aparentemente por la homogeneidad de la vegetación entre transectos. A excepción del bosque de *Gliricidia cepium-Caesalpinia pulcherrima*, que solo se presentó en el transecto Xochipala, los otros cuatro tipos de vegetación identificados en este estudio (bosque seco conservado, bosque seco perturbado, matorral espinoso y agroecosistemas) estuvieron representados en los tres transectos.

*La densidad poblacional del tecolote del Balsas fue una expresión de la abundancia. La disminución mensual en la ocurrencia reflejó una disminución mensual en la densidad.

*El tecolote del Balsas utilizó el bosque conservado, el bosque perturbado, el matorral espinoso y los agroecosistemas según su disponibilidad en el área de estudio. El bosque de *Gliricidia cepium-Caesalpinia pulcherrima* fue el hábitat con vegetación mas homogénea y fue utilizado en menor proporción a su disponibilidad.

*Los patrones de selección de ciertas variables de hábitat por el tecolote del Balsas pueden sugerir que los sitios con características de un bosque maduro son importantes para establecer territorios por parte de individuos de esta especie.

*Existió una conducta vocal temporal a lo largo del estudio. El tecolote del Balsas vocalizó mas al final de la temporada de lluvias cuando la vegetación aún era densa, y vocalizó menos en el periodo de máxima sequía anual.

*Para realizar censos poblacionales del tecolote del Balsas el llamado voluntario y la provocación auditiva pueden ser las herramientas básicas.

RECOMENDACIONES

Los resultados de este estudio sugieren un cambio en los patrones de abundancia del tecolote del Balsas durante la temporada seca en la RBSH. No obstante, desconocemos lo que sucede en el periodo correspondiente a la temporada de lluvias. Para aumentar nuestro conocimiento sobre dichos patrones de abundancia de la especie, recomiendo realizar estimaciones de abundancia y densidad poblacional por lo menos durante un ciclo anual completo en diferentes áreas de estudio dentro de la Reserva. Sugiero que en estos estudios se utilice como herramienta básica el conteo de vocalizaciones (por llamado voluntario y por provocación auditiva) en puntos preestablecidos a lo largo de transectos.

Por otro lado, el tecolote del Balsas está catalogado como “especie sujeta a protección especial” en México y como “especie cerca de ser amenazada a nivel global”, por la IUCN. Las principales razones por las que se ha catalogado de esa manera son: por ser una especie con distribución restringida, por la reducción del bosque seco y por el limitado conocimiento biológico que existe sobre la especie. Por estas razones es necesario realizar estudios demográficos para determinar el estatus real de conservación en que se encuentra el tecolote del Balsas.

En este estudio, el tecolote del Balsas utilizó en mayor proporción diferentes hábitats como el bosque seco conservado, el bosque seco perturbado y el matorral espinoso. Aunque aparentemente diferentes, estos hábitats mantienen algunas características de bosque maduro que ayudan a la especie a sobrevivir. En este sentido, es importante realizar estudios más detallados a largo plazo sobre historia natural (distribución, ciclo reproductivo, alimentación), y uso de hábitat del tecolote del Balsas. El establecimiento de programas efectivos de investigación y divulgación contribuirán a la conservación tanto de la especie como de su hábitat del que depende para vivir y reproducirse.

LITERATURA CITADA

***Aguirre, L. G.** (1976). El papel de algunas aves en la dinámica que se establece entre las zonas abiertas al cultivo y a la ganadería y la selva alta perennifolia en Balzapote, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias. UNAM.

***Allaire, P. N. y D. F. Laudrum.** (1975). Summer census of screech owls in Breathitt County, Kentucky. Kentucky Warbler 51: 23-29

***Archibald, M. D.** (1994). Methods and terminology used with studies of habitat associations. Pp. 5-8. En Flammulated, boreal and great gray owl in the United States: a technical conservation assessment. Hayward, G. D., J. Verner (Eds.). Gen. Tech. Rep. RM-253. Fort Collins. CO. US. Dept. of Agriculture Forest Service. Rocky Mountain Forest. Range Exp. Station 214 p. 3 Maps.

***Argote-Cortés, A., H. A. Bueno, J. E. Ramírez, J. E. Pérez, G. Ramírez, O. M. Martínez, T. P. A. Feria, y F. Urbina.** (2000). AICA 40. Sierra de Huautla. Pp. 294-295. En Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. Arizmendi, M. del C., y V. L. Márquez (Eds.). CONABIO. México.

***Begon, M. J., L. Harper y C. R. Townsend.** (1995). Ecology: individuals, populations and communities. Ediciones Omega. Barcelona, España.

***Belthoff, J. R. y G. Ritchison.** (1990). Roosting behavior of postfledging Eastern screech-owls. Auk 107: 567-579.

***Bell, R. E.** (1964). A sound triangulation methods for counting barred owls. Wilson Bull. 76:292-294.

***Bibby, C. J., N. D. Burgess, D. A. Hill y S. H. Mustoe.** (2000). Bird Census Techniques. Academic Press, London.

***Bierregaard, O. R.** (1998). Biodiversity. National Academy Press, Washington, DC. USA.

***Bildstein, L. K., W. Schelsky y J. Zalles.** (1998). Conservation status of tropical raptors. J. Raptor Res. 32(1): 3-18.

***Blanco, G.** (1994). Seasonal abundance of black kites associated with the rubbish dump of Madrid, Spain. J. Raptor Res. 28(4): 242-245

***Block, M. W. y L. A. Brennan.** 1993. The habitat concept in ornithology. Theory and Applications. Pp. 35-91. En Current Ornithology Vol. 11. Power M. D. (Ed.). Plenum Press, New York. USA.

***Boughey, S., A.** (1973). Ecology of populations. Second edition. USA.

***Bosakowski, T., R. Speiser, y J. Benzinger.** (1987). Distribution, density, and habitat relationships of Barred owl in Northern New Jersey. Pp. 135-143. En Biology and Conservation of northern forest owls. R. W. Nero, R.J. Clark, R. J. Knapton y R. H. Hamre (Eds.). USDA Forest Service General Technical Report RM142. USA.

***Braker, H. E. y H. W. Greene.** (1994). Population Biology: life histories, abundance, demography and predator-prey interactions. Pp. 244-255. En La Selva, Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest. L. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide y G. S. Hartshorn (Eds.). University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.

- ***Brower, J., J. Zar y C. Von Ende.** 1990. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Tercera Edición. Wm. C. Brown Publishers. USA.
- ***Capen, E. D. (Ed.)**. (1981). The use of multivariate statistics in studies of wildlife habitat. USDA Forest Service. General Technical Report. RM 87.
- ***Carpenter, T. W.** (1987). Effects of environmental variables on responses of Eastern Screech Owls to playback. Pp. 277-280. En Biology and Conservation of northern forest owls. R. W. Nero, R.J. Clark, R. J. Knapton y R. H. Hamre (Eds.). USDA Forest Service General Technical Report RM142.
- ***Ceballos, G.** (1995). Vertebrate diversity, ecology and conservation in a tropical dry forest. Pp. 195-220. En Seasonally dry tropical forest. Bullock, H., S., A., H. Mooney y E. Medina (Eds.). Cambridge University Press. Cambridge, USA.
- ***Ceballos, G. y L. Márquez.** (2000). Las aves de México en peligro de extinción. CONABIO. México.
- ***Clark, A. K. y H. S. Anderson.** (1997). Temporal, climatic and lunar factors affecting owl vocalizations of western Wyoming. J. Raptor Res. 31(4):358-363.
- ***Conner, R. N. y J. G. Dickson.** (1980). Strip transect sampling and analysis of avian habitat studies. Will. Soc. Bull. 8:4-10
- ***Churchill, B. J., P. D. Wood, y D. F. Brinker.** (2000). Diurnal roost site characteristics of northern saw-whet owls wintering at Assateague Island, Maryland. Wilson Bull. 112(3):332-336.
- ***Dawson, D. G., P. J. Dilks, P. D., Gaze, J. G. R. McBurney, y P. R. Wilson.** (1978). Seasonal differences in bird counts in forest near Reefton, South Island, New Zeland. Notornis 22:101-109.
- ***Dawson, G. D.** (1981). Counting birds for a relative measure (Index) of density. En Estimating numbers of terrestrial birds. Ralph, J. C. y M. Scott (Eds.). Proceedings of an International Symposium held at Asilomar, California. October 1980. Cooper Ornithological Society.
- ***Del Hoyo, J., A. Elliot, y J. Sargatal.** (1999). Handbook of the birds of the world. Vol. 5. Barn owls to Hummingbirds. Lynx Editions. Barcelona, España.
- ***Enríquez, R. P. L.** (1990). Análisis museológico de las rapaces nocturnas (Aves: Strigiformes) mexicanas y evaluación de técnicas para su estudio en campo. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala-UNAM. México.
- ***Enríquez, R. P. L.** (1995). Abundancia relativa, uso de hábitat y conocimiento popular de los Strigiformes en un bosque húmedo tropical en Costa Rica. Tesis de Maestría. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica.
- ***Enríquez, R. P. L., y J. L. Rangel.** (1996). Nest site records of the Yucatan Great Horned Owl in Sian Ka'an, México. Ornitología Neotropical 7:149-151.
- ***Enríquez, P. L y J. L. Rangel.** (1997). Intra and interspecific calling in a tropical owl community. Pp. 525-532. En Biology and Conservation of owls of the Northern Hemisphere. Duncan, J. R., D. H. Johnson y T. H. Nicholls (Eds.). 2nd. International Symposium. St. Paul MN: US Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station.
- ***Enríquez, R. P. L., y J. L. Rangel.** (2001). Owl occurrence and calling behavior in a tropical rain forest. J. Raptor Res. 35: 107-114

- ***Enríquez, P. L., D. H. Johnson y J. L. Rangel.** (2003). Taxonomy, Distribution and Conservation of owls in the neotropics: a review. Pp. 000-000. En Current raptor studies in México. R. Rodríguez-Estrella (Ed.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste & Raptor Research Foundation. Aceptado.
- ***Escalante, P., M. A. Sada y J. R. Gil.** (1996). Listado de nombres comunes de las aves de México. ASM. CONABIO. México
- ***Ferry, C.** (1974). Comparison between breeding bird communities in an oak forest and a beech forest, censused by the IPA method. *Acta Ornithol.* 14: 302-309.
- ***Franklin, B. A., J. Ward, R. J. Gutiérrez, y G. Gould.** (1990). Density of northern spotted owls in Northwest California. *J. Wildl. Manage.* 54(1):1-10.
- ***Fuller, R. M., y J. A. Mosher.** (1981). Methods of detecting and counting raptors: a review. *Studies in Avian Biology.* 6: 235-246.
- ***Fuller, R. M., y J. A. Mosher.** (1987). Raptor survey techniques. Pp. 37-65. En Raptor Management Techniques Manual. Pendleton B. A. G., A. B. Millsap, W. K. Cline y M. D. Bird (Eds.). National Wildlife Federation. Washington D.C. USA.
- ***Ganey, L. J., y P. R. Balda.** (1989). Distribution and habitat use of Mexican spotted owls in Arizona. *The Condor*, 91: 355-361.
- ***Garza, A., E. Aragón y J. Bacón.** 1997. Situación actual del búho manchado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) y de los Strigiformes de la Reserva de la Biosfera La Michilía. Informe Técnico. CONABIO. México.
- ***Gerhardt, P. R.** (1991). Response of mottled owls to broadcast of conspecific call. *J. Field Ornithol.* 62(2):239-244.
- ***Gill, B. J.** (1980). Abundance, feeding, and morphology of passerine birds at Kowhai Bush, Kaikoura, New Zealand. *N. Z. J. Zool.* 7:235-246.
- ***Hall, L. S., M. L., Morrison y P. H. Bloom.** (1997). Population status of the endangered hawaiian hawk. *J. Raptor Res.* 31(1): 11-15.
- ***Haney, J. C.** (1997). Spatial incidence of barred owl (*Strix varia*) reproduction in old-growth forest of the Apalachian Plateau. *J. Raptor Res.* 31 (3): 241-252.
- ***Hardy, J. W., B. B. Coffey Jr., y G. B. Reynard.** (1990). Voices of New World owls (Strigiformes: Tytonidae, Strigidae). ARA Records, Gainesville, Florida. USA.
- ***Hardy, C. P., y L. M. Morrison.** (2000). Factors affecting the detection of elf owls and western screech owls. *Wildlife Society Bulletin* 28(2):333-342.
- ***Hays, L. R., C. Summers y W. Seitz.** (1981). Estimating wildlife habitat variables. U. E. D. I. Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-81/47. USA.
- ***Hunter Jr., L. M.** (2002). Fundamentals of conservation biology. Blackwell Science, Inc. U.S.A.
- ***Howell, S. N. G., y S. Webb.** (1995). A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. USA.
- ***International Union for Conservation of Nature (IUCN).** List of Globally Threatened Birds. BirdLife International. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- ***Janes, W. S.** (1985). Habitat selection in raptorial birds. En Habitat selection in birds. Cody. M. L. (Ed.). Academic Press Inc. San Diego, CA, USA.

- ***Janzen, H. D.** (1988). Tropical dry forest. The most endangered major tropical ecosystem. Pp. 130-137. En Biodiversity. E. O. Wilson (Ed.). National Academy Press.
- ***Johnson, H. D.** (1980). The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*. 61(1): 65-71.
- ***Johnson, R. R., B. T. Brawn, L. T. Haight y J. M. Simpson.** (1981). Playback recordings as a special avian censusing technique. Pp. 68-75. En Estimating numbers of terrestrial birds. Ralph, C. J., y J. M. Scott (Eds.). Studies in Avian Ecology No. 6. 1981. Cooper Ornithological Society. USA.
- ***Kennedy, L. P.** 1998. Evaluating northern goshawk (*Accipiter gentilis atricapillus*) population status: a reply to Smalwood and Crocker-Bedford. *J. Raptor Res.* 32 (4): 336-342.
- ***König, C., F. Weick y J-H Becking.** (1999). Owls. A guide to the owls of the world. Yale University Press. USA.
- ***Krebs, C. J.** (1994). Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Harper Collins College Publishers, New York, USA.
- ***Lynch, P. J. y D. G. Smith.** (1984). Census of Eastern Screech Owls (*Otus asio*) in urban open-space areas using tape-recorded song.. *Amer. Birds* 38: 388-391.
- ***Lobato, G. J. M.** (2000). Importancia de la vegetación de arroyo para *Thryothorus sinaloa*, *Granatellus venustus*, *Arremonops rufivirgatus* y *Cyanocompsa parellina* (Aves: Passeriformes) en el bosque tropical caducifolio de Chamela, Jalisco. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala-UNAM. México.
- ***Lockshaw, D.** (2001). Balsas Screech Owl. En <http://www.owling.com>
- ***Lund, R. E.** (1976). Program HABUSE. Statistical Center, Michigan State University, Michigan, USA.
- ***Maldonado, A. B. J.** (1997). Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis de Maestría. Fac. Ciencias. UNAM. México.
- ***Maass, J. M.** 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. En Seasonally Dry Tropical Forest. Bullock, S. H., H. A. Mooney y E. Medina (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge. USA.
- ***Marina, F. C. F.** 1992. Diversidad y efectos de la fragmentación del bosque tropical en la comunidad de Strigiformes en la reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas. México
- ***Marcot, B. G.** 1995. Owls of the old forest of the world. USDA Forest Service, Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-343, Portland, Or. USA.
- ***Masera, O. R., M. J. Ordoñez y R. Dirzo.** (1992). Carbon emissions from deforestation in México: current situation and long-term scenarios. Carbon Emissions and Sequestration in Forest: Case Studies from Seven Developing Countries Vol. 4. W. Makundi y J. Sathaye (Eds.). Environmental Protection Agency/Lawrence Berkeley Laboratory, USA.
- ***Masera, O. R., M. J. Ordoñez y R. Dirzo.** (1996). Carbon emission from Mexican forest: current situation and long-term scenarios. *Climate Change*. 10: 1-13.

- ***McGarigal, K. y J. D. Fraser.** 1985. Barred owl responses to recorded vocalizations. *Condor* 87: 552-553.
- ***Miranda, F. y E. Hernández-X.** 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 23 (8),29-47.
- ***Moen, A. C., y R. J. Gutiérrez.** (1997). California spotted owl habitat selection in the central Sierra Nevada. *J. Wildl. Manage.* 61(4):1281-1287.
- ***Mooney, H. A., S. H. Bullock, y E. Medina.** 1995. Introduction. Pp 1-8. En Seasonally Dry Tropical Forest. Bullock, S. H., H. A. Mooney y E. Medina (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge. USA.
- ***Morris, W. D.** (1987). Ecological scale and habitat use. *Ecology* 68(2): 362-369.
- ***Mosher, J. A., M. R. Fuller y M. Kopeny.** (1990). Surveying woodland raptors by broadcast of conspecific vocalizations. *J. Field Ornithol.* 61: 453-461.
- ***Naranjo, J. E.** (2000). Estimaciones de abundancia y densidad poblacional de fauna silvestre tropical. Pp. 37-46. En Manejo de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica. Cabrera, E., C. Mercolli, R. Resquín (Eds.). University of Florida. USA.
- ***Neu, W. C., C. R. Byers, y J. M. Peek.** (1974). A technique for analysis of utilization-availability data. *J. Wildl. Manage.* 38(3):541-545.
- ***Newton, I.** (1998). Population limitation in birds. Academic Press . USA.
- ***Nicholls, T. H. y D. W. Warner.** (1972). Barred owl habitat use as determined by radiotelemetry. *J. Wild. Manage.* 36 213-225.
- ***NOM-059-ECOL-2001.** Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-2001, Protección Especial-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de Especies en Riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México.
- ***Ochoa, S.** (2000). El proceso de fragmentación de los bosques altos de Chiapas y su efecto sobre la diversidad florística. Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM.México.
- ***Peláez, C. A.** (1998). Patrones de distribución y dieta de *Otus kennicottii* en áreas de vegetación natural y áreas de influencia humana: ¿Es *Otus* afectado o beneficiado?. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala-UNAM. México.
- ***Penteriani, V. y Faivre, B.** (1997). Breeding density and lanscape-level hábitat selection of common buzzards (*Buteo buteo*) in a mountain área (Abruzzo Apennines, Italy). *J. Raptor Res.* 31(3): 208-212.
- ***Pérez, G. A.** (1999). Los Coleópteros Melolonthidae de la Reserva de Huautla, Morelos. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- ***Peterson , R. T. y E. L. Chalif.** (1994). Aves de México. Ed. Diana. México.
- ***Peery, Z. M., J. R. Gutiérrez, y E. M. Seamans.** (1999). Habitat composition and configuration around spotted owl nest and roost sites in the Tularosa Montains, New Mexico. *J. Wildl. Manage.* 63(1):36-43.
- ***Perrins, C. M. y T. R. Birkhead.** (1983). Avian Ecology. Blackie and Sons limited. Bishopbriggs, Glasgow. U.K.
- ***Phillips, A. R., J. T. Marshall, y G. Monson.** (1964). Birds of Arizona. Univ. Ariz. Press, Tucson. USA.

- ***Ramírez, C. M. G.** 2000. Diversidad del género *Icterus* en localidades pertenecientes a la Sierra de Huautla (Morelos) y a la porción oriental del Balsas (Puebla), México. Tesis de Licenciatura. FES Zaragoza. UNAM. México.
- ***Rich, T.** (1986). Habitat and nest-site selection by burrowing owls in the sagebrush steppe of Idaho. *J. Wildl. Manage.* 50(4):548-555.
- ***Rodríguez-Estrella, R. y B. T. Brown.** (1990). Density and habitat use of raptors along the Río Bavispe and Río Yaqui, Sonora, México. *J. Raptor Res.* 24 (3): 47-51.
- ***Rzedowski, J.** (1978). *Vegetación de México.* Ed. Limusa. México.
- ***Sall, J., A. Lehman y L. Creighton.** (2001). *JMP Start Statistics.* Second Edition. SAS Institute Inc. USA.
- ***Sánchez-Rojas, G., S. Gallina y S. Mandujano.** (1997). Área de actividad y uso de hábitat de dos venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical de la costa de Jalisco, México. *Acta Zoologica Mexicana* 72.
- ***Smith, G. D. y T. Carpenter.** 1987. Owl census techniques. General census considerations. Pp 135-143. En *Biology and Conservation of northern forest owls.* R. W. Nero, R.J. Clark, R. J. Knapton y R. H. Hamre (Eds.). USDA Forest Service General Technical Report RM142. USA.
- ***Smith, G. D., Devine A. y Walsh D.** (1987). Censusing Screech Owls in southern Connecticut. Pp 135-143 En *Biology and Conservation of northern forest owls.* R. W. Nero, R.J. Clark, R. J. Knapton y R. H. Hamre (Eds.). USDA Forest Service General Technical Report RM142.
- ***Sarmiento, A. R.** (1999). Estudio poblacional de tres especies de roedores (Rodentia: Muridae) en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas. México.
- ***Solis, D. M., Jr., y R. J. Gutiérrez.** (1990). Summer habitat ecology of northern spotted owls in northwestern California. *Condor* 92: 739-748.
- ***Sokal, R.R. y F. J. Rohlf.** (1981). *Biometry.* Second edition. Freeman and Company, NY. USA.
- ***Sparks, E., J. Belthoff, y G. Ritchison.** (1994). Habitat use by eastern screech-owls in central Kentucky. *J. Field Ornithol.* 65(1):83-95.
- ***Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker y D. K. Moskovits.** (1996). *Neotropical Birds. Ecology and Conservation.* University of Chicago Press, Chicago. USA.
- ***Thiollay, J. M.** (1994). A world review of a tropical forest raptors current trends, research, objectives and conservation strategy. En *World Working Group on Birds of Prey and Owls.* Meyburg, B. U. Y R. D. Cancellor (Eds.). Pica Press. Alemania.
- ***Trejo, I., y R. Dirzo,** (2000). Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation.* 94:133-142.
- ***Thomas, L., J. L. Laake, J. F. Derry, S. T. Buckland, D. L. Borchers, D. R. Anderson, K. P. Burnham, S. Strindberg, S. L. Hedley, M. L. Burt, F. Marques, J. H. Pollard y R. M. Fewster.** (1998). *Distance 3.5.* Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK.
- ***Van Horne, B.** (1983). Density as a misleading indicator of habitat quality. *J. Wildl. Manage.* 47(4):893-901.

***Virani, M. y R. T. Watson.** 1998. Raptors in the east African tropics and western Indian Ocean Islands: State of ecological knowledge and conservation status. *J. Raptor Res.* 32(1): 28-39.

***Ward, J. P., R. J. Gutiérrez y B. R. Noon.** (1998). Habitat selection by northern spotted owls: the consequences of prey selection and distribution. *Condor* 100: 79-92.

***Watson, T. R.** (1998). Conservation and ecology of raptors in the tropics. *J. Raptor Res.* 32(1): 1-2.

***Zuberogitia, I., y L. F. Campos.** (1998). Censusing owls in large areas: A comparison between methods. *Ardeola* 45(1):47-53.

***Zwank, P. J., K. Kroel, D. Levin, G. Morris Southward, y R. Roome.** (1994). Habitat characteristics of Mexican spotted owls in southern New Mexico. *J. Field. Ornithol.* 65(3):324-334.

***Zwank, P. J.** (1995). Density estimates and habitat use by flammulated owls in southern New Mexico. Pp 475-478. En Integrating people and wildlife for a sustainable future. J. A. Bissonette y P. R. Krausman (Eds.). The Wildlife Society Bethesda, MD, USA.

APENDICES

Apéndice 2. Formato para descripción de hábitat del tecolote del Balsas

LOCALIDAD: _____				FECHA: _____	
TRANSECTO: _____					
SITIO NÚMERO: _____				NOMBRE: _____	
LOCALIZACIÓN: _____					
TIPO DE VEGETACIÓN: _____					
DENSIDAD DEL DOSEL (%): _____			ALTURA DEL DOSEL (m): _____		
DENSIDAD CON DAP<10cm: _____					
DENSIDAD CON DAP ENTRE 11-20 cm: _____					
DENSIDAD CON DAP ENTRE 21-30 cm: _____					
DENSIDAD CON DAP ENTRE 31-40 cm: _____					
DENSIDAD CON DAP>40cm: _____					
DENSIDAD DE CACTÁCEAS COLUMNARES: _____					
NÚMERO DE ÁRBOLES: _____		VIVOS: _____	MUERTOS: _____	RECUPERANDOSE: _____	
AGONIZANTES: _____					
NÚMERO DE TRONCOS CAÍDOS: _____					
NÚMERO DE ESTRATOS DE VEGETACIÓN: _____			PORCENTAJE DE MALEZA: _____		
ESPECIE(S) DE ARBOL(ES) DOMINANTE(S): _____					
DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA					
PENDIENTE (Grados de inclinación): _____					
ELEVACIÓN (m): _____					
FUENTE DE AGUA MAS CERCANA(m): _____					
TIPO DE FUENTE DE AGUA:		ARROYO	RÍO	LAGUNA	PRESA
Temporal (T) / Permanente (P)					
ÁREA ABIERTA (m): _____					
HABITACIÓN HUMANA (m): _____					
Distancias tipo: (1)=0-100m; (2)=100-300m; (3)=300-500m; (4)=mas de 500m					
OBSERVACIONES: _____					